

भारत सरकार
GOVERNMENT OF INDIA
राष्ट्रीय पुस्तकालय, कलकत्ता ।
NATIONAL LIBRARY, CALCUTTA.

बगं संख्या

Class No.

पुस्तक संख्या

Book No.

रा० शु० / N. L. 38.

Mar

625.26

K 689

MGIPC—S4--9 LNL/66—13-12 -66—1,50,000,

Maharashtra Kosha Mandal L
Poona.
(*BY THE SAME AUTHOR.*)

ADVERTISEMENT.

—o—

V I D Y U N M A R G A

OR
ELECTRIC-ROAD

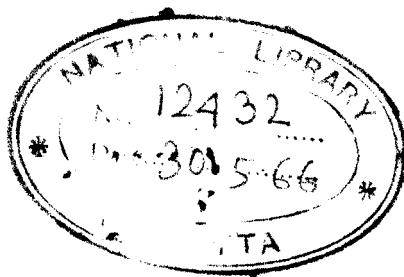
78 DIAGRAMS.

ESPECIALLY

For the use of Native Telegraph Clerks.

—

SHELF LISTED Mar
625-26
K 689



OPINIONS &c..
(Private and Official.)

A TREATISE ON TELEGRAPHY.

We beg to acknowledge with thanks receipt of "A Treatise on Telegraphy in Theory, History, and Practice," for the use of Native Signallers, compiled by Vishnu Chimnaji Karve, Station Master Holkar State Railway, Bulwara. The work is printed in Marathi with 78 neatly executed diagrams, and is dedicated to Mr. G. B. Stacey, General Superintendent Indian Sub-marine Telegraph Company, Limited, Bombay. This treatise is especially recommended to the Native employés in the Telegraph Department, who are studying the Morse and Needle systems of Telegraphy.

This is the first treatise of the kind written in Marathi, and treats very fully on Magnetism and Electricity in various phases, Instruments for signalling, Construction of Electric Road, Land Lines, Sub-marine Lines, Instructions for Beginners, &c., &c., &c. It will no doubt assist to make the science of Telegraphy very popular among the Natives, and we would suggest that the work be printed in Guzerathi, Urdu and Bengali.

We hope Mr. Vishnu Chimnaji will get his reward for the great pains he has taken in compiling such a valuable work, and hope

(2)

that Government will recognise his exertions in some tangible shape.

We understand that his Highness Maharajah Holkar has recognized the exertions of Mr. Vishnu Chimnaji Karve, the compiler of the "Treatise on Telegraphy" in Marathi, by ordering 50 copies of the book to be purchased, besides a present of one hundred rupees. This is very encouraging.

It affords us great pleasure to learn that Mr. Vishnu Chimnaji Karve, the author of "A Treatise on Telegraphy," is receiving great encouragement in his useful work. The Director of Public Instruction at Bombay has purchased 50 copies, and the Rajah of Dhar has taken 6 copies, besides a present of Rs. 15. *Indian Railway Service Gazette Jubbulpore.*

INDORE 7th May 1877.

DEAR SIR,

I am glad to inform you that His Highness has ordered 50 copies of your book to be purchased and Rs. 100 given to you as a present. I therefore think it would be better for you to come here once to receive the money.

Yours Sincerely,

(Signed) D. S. GARUD,
To,

VISHNU CHIMNAJEE Esq..

STATION MASTER

Ajanti

(3)

EASTERN TELEGRAPH COMPANY.

Bombay 5th February 1877.

Vishnu Chimnaji Karve Esquire

StationMaster Ajanty Holkar State Railway.

SIR,

I have to acknowledge with many thanks your letter of the 3rd inst. and copy of your work on telegrayhy.

I am sorry that the work should have been dedicated to me as I am of opinion that all works on science or on a scientific subject should only be dedicated to persons, who have become authorities or "shining lights" in that science, I am never-the-less very much obliged to you for the honor you have conferred on me.

I am much pleased with the get up of the work which is very creditable. The wood-cuts are however very poor, and here I may perhaps be able to be of use to you in future editions.

I am about to proceed to England and if I can obtain the loan of any "blocks," I may be able to bring out some better illustration on telegraphic subjects. I think I shall be able to do so, but you must not take this as an absolute promise.

Will you be good enough to send me 5 more copies of your work. I enclose Rs. 16(15) for the cost of six, including the one already sent which I beg you will permit me to pay for, and 1/-for carriage. If

(4)

carriage should exceed that sum please let me know and I will remit later.

I propose to present one copy to the society of Telegraph Engineer London if they will accept it which I hope will be the case.

I am sir,
yours truly

(Signed) GEO B. STACEY.

TELEGRAPH DEPARTMENT.

Eectricians office Alipoor

The 26th of February 1877.

Dear Sir,

Mr. Schwendler has requested me to return to you the enclosed documents, and to convey to you the assurance of his pleasure in accepting the dedication of your Marathi work on telegraphy, which he is sure will prove of great utility.

I am, Dear Sir,
Yours faithfully

(Signed) R. S. BRAUGH
Officiating Electrical Superintendent
TO

MR. VISHNU CHIMNAJI.

(5)

GREAT INDIAN PENINSULA
RAILWAY COMPANY

30th April 1877

No. 997/1140,

MR. VISHNU CHIMNAJI

AJANTY

Dear Sir,

Many thanks for the Marathi book on Telegraphy. I will do my best to have it introduced on the G. I. P. Ry.

Yours truly

(Signed) D. HOLDEN.

No. 259/4833.

FROM,

The Manager Open Line,
Holkar and Neemuch State Railways.

To,

MR. VISHNOO CHIMNAJEE,
Station Master Ajanti.

Dated Mhow 15th November 1877.

SIR,

The Right Hon'ble the Secy. of State having requested to be supplied in future, for the use of the British Museum, with a copy of all books &c., published in British India, whether in vernacular languages or in English, I have the pleasure to inform you that I have accordingly sent a copy of your Treatise on telegraphy to the Secy. to the Government of India P. W. D.

I have the honor to be,

Sir,

Your most Obdt. Servant,
W. S. S. BISSET,
Manager Open Line
Holkar and Neemuch State
Railway.

(6)

No. 92/119.

From,

The Manager
Holkar and Neemuch S. Ry.

To,

Mr. VISHNUO CHIMNAJEE,
Station Master
H. S. Railway
Ajanti.

Dated Mhow 7th January 1878.

259

In continuation of this Office No. 4333 dated 15th November 1877, has the honor to enclose copy of a letter No. 1812 E. G. dated 27th December 1877, from the Secretary to the Government of India for his information.

W. S. S. BISSET,
Manager
Holkar & Neemuch S. Ry.

"COPY"

No. 1812 E. G.
GOVERNMENT OF INDIA
PUBLIC WORKS DEPARTMENT
ESTABLISHMENT
GENERAL.

To,

THE MANAGER
Holkar & Neemuch S. Rys.
Fort William 27th Decr. 1877.

Sir,

I am directed to acknowledge with an expression of thanks to the Author, the receipt of the copy of a Treatise on Telegraphy &c. by Vishnu Chimnajee forwarded with your No. 259 of 15th November 1877. 4331

The Book will be sent to the British Museum as desired.

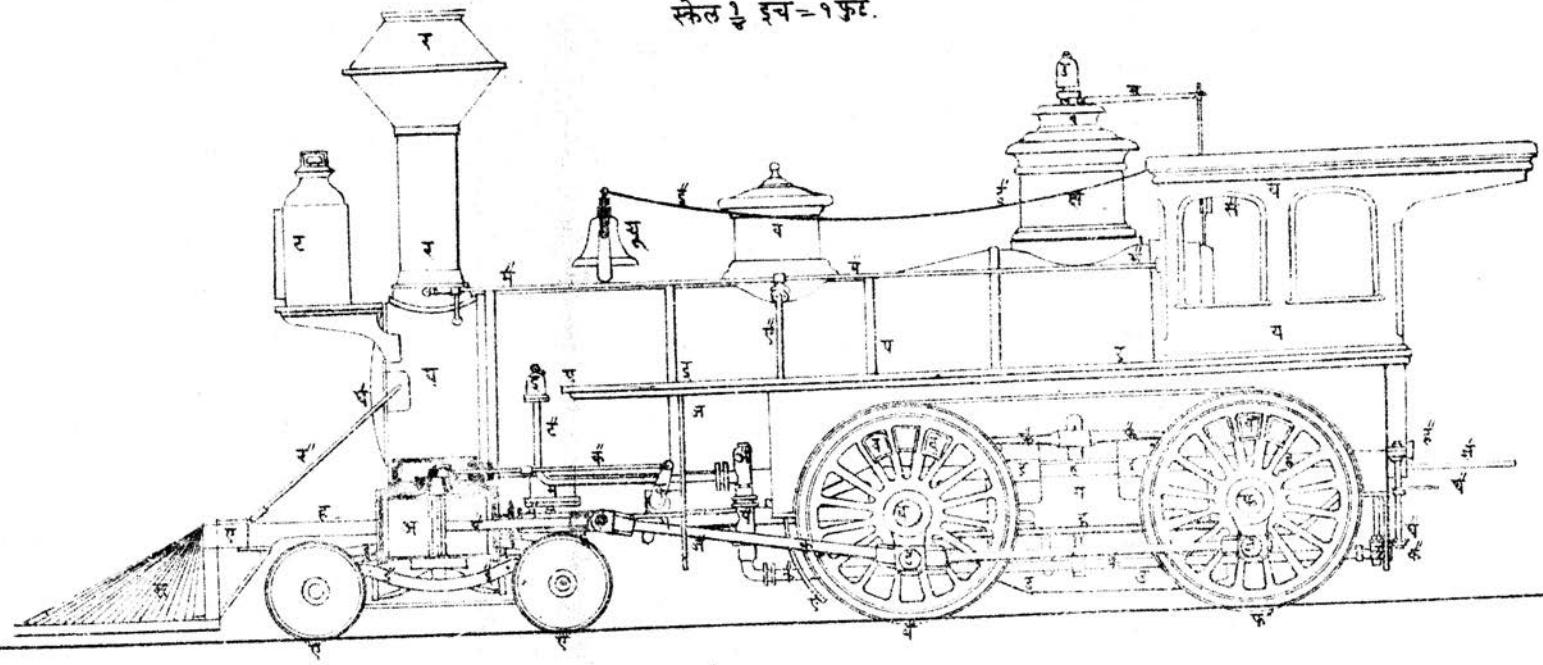
I have the honor to be,

Sir,

Your most obedient Servant,
(Sd.) A. B. SAMPSON,
Under Secretary to the
Government of India
(True Copy.)
C. H. MASTERS Hd. CLERK,
Manager's Office
H. & N. S. Rys.

आकृति - अ

स्केल $\frac{1}{2}$ इच - १ फट.



A
TREATISE ON THE LOCOMOTIVE,
IN
**THEORY, HISTORY AND
PRACTICE.**

(ILLUSTRATED)

I blow the bellows, I forge the steel;
I manage the Mill and the Mint;
I hammer the ore and turn the wheel;
And the news that you read I print.
Steam-Engine.

FOR THE USE OF MARATHI SPEAKING
EMPLOYES IN THE RAILWAY
DEPARTMENT

COMPILED BY

VISHNU CHIMNAJI KARVE
AUTHOR OF A "TREATISE ON TELEGRAPHY"
STATION MASTER, HOLKAR STATE,
RAILWAY, SANAWAD.

NEW EDITION.

500 COPIES.

PRINTED AT THE "INDU-PRAKASH" PRESS

Bombay

1880.

(Registered under Act XX, of 1847.)

Price 2 Rupees.

CONTENTS.

Part Subject.	Page.
1st—Introduction	1
2nd—Steam Engine.....	22
3rd—Force of Air and Steam	27
4th—On Work, Energy and the equivalent of Heat	40
" — Slide Valve	45
5th—The Locomotive Boiler	52
6th—The Boiler attachments.....	57
" — Throttle Valve.....	68
7th—The Valve Gear	69
" — Running Gear	74
" — Adhesion and Traction	78
" — Friction and Lubrication	81
8th—Combustion	83
9th—Resistance of Trains	98
10th—Proportions of Locomotives	103
" — Inspection of Locomotives	105
11th—Accidents to Locomotives	114
" — Accidents and injuries to persons....	119
12th—Qualifications of Locomotive drivers ...	123
13th—Properties of Saturated Steam (Table)	133
" — Resistance of Trains on different grades (Table)	133
" — Indian Railways (Table)	137
" — Railways in the world (,.)	138
" — Vocabulary	141
" — Voyage Round the world	145
" — Telegraph Signals of Marathi Alphabets	
" — Illustrations.....	
" — Advertisements	

TO

M. N. FORNEY ESQUIRE,
MECHANICAL ENGINEER
NEW YORK
UNITED STATES OF AMERICA

This work is dedicated as a humble token of
sincere respect and in admiration of his zeal in
the promotion of Native Education.

By his humble and obedient servant.

THE AUTHOR.

संलग्नीकं ज्ञासीड
संनापोटसे

لوہہ مارگ

رسالہ دربارہ انہ بن موجب علم نظری تو ایکی اور سابقہ تائشی میز

واسطے ہندوستانی ملازمان یا یوں کے جو تمثیل زبان سے اتفین

مولفہ

وشنو چنایجی کروی اسٹیشن ماسٹر ہولکر اسٹیٹ ریکونسٹو

مطبوعہ مطبع انڈو پکڑش پریس

۹۷۴

موجب ایکیت بستم شمسہ اعیسوی کے حبہ بھی ہوئی ہو

مرتبہ اول ۵۰۰ جلد

قیمت فی جلد عمار

فہرست مضمایں

تمیید - اسٹیرم انجن - قوت ہوا اور دخان - کام اور طلاقوت اور
کل کے ذریعہ سے کس قدر گرمی پیدا ہوتی ہے - پروڈ دار رخنہ -
انجن کا آب گرم - ایگر وہ کے آلات - رخنوں کے آلات -
ہوا روکنے والا رخنہ - ہوا بھرنا کیا آر - حرکت اور سکون ہوا -
حرکت اور وہ مہیت ہوا - اگل روشن ہوئی حالت - ٹرین کی نوکی
کیفیت - انجن کے حصہ - انجن کی جانچ - حادثات انجن -
اتفاقات انسانی - انجن ڈر اور فنکی لیاقت - نقشہ جات -
تاریقی کے اشارہ مریٹی حروف میں - نقشہ اور شہزادات -

लोह मार्ग

रिसाला दरबारै अंजन ब्रह्मजिब इल्म नज़री
व तवारीखी और साविका सनासी नक्षा में
वास्ते हिन्दुस्तानी मुलाज़िमान रेलवे
के जो मरहटी ज़बान से वाक़िफ़ हैं

मुअ्याज़िफ़

विष्णु चिमनाजी कस्ही स्टेशन मास्टर हुल्कर
स्टेट रेलवे सनादू

मतबूअै मतबै इन्दु प्रकाश प्रेस

सन् १९०३ हॉ

ब्रह्मजिबणेकु बिस्तुमन् १८० हॉ के रजिस्टरी हुई है
मनवा अवल ५०० जिल्द कीमत की जिल्द =)

फेहरिस्त मजामीन

तमहीद—स्टोम अंजन—कूवत हवा और
टुख्वाँ—काम और ताकृत और कलंके ज़रिये से
किस्कुदर गर्मी पैदा होती है—पर्दादार रखना—
अंजन का आब गर्म—आब गर्मी के आलात—
रखनें के आलात—हवा रोकने वाला रखना—
हवा भरने का आला—हरकत और सकून
हवा—हरकत और टुहनियत हवा—आग
रोशन होने को हालत—ट्रेन रोकने की क्रैफि-
यत—अंजन के हिस्सा—अंजन की जांच—
हाटसात अंजन—इन्तिफाकात इन्सानी—अंजन
झावरों की लियाकत—नक्शह जात—तारबकी
के इशारह मरहटी हरूफ में—नक्शह और
इश्तहारात ॥

લોહમારગ.

અને

આગાડી.

(પ્રચનોત્તરવે)

ભાયતો, ધર્તીહાસ, અને આકૃતીઓ સાથે

કુંધમણ કુંધણું, બાળને તાનીને ધંધુંછું
કુંધાતુને ટોકુંછું, અને માંઠાને ફેદુંછું
કુંધલાનું કામ કરુંછું, અને નાણું પાકુંછું
અને એ ખ્યારા તમે વાંચાઓ તે હું છાંધુંછું

વર્ષયંત્ર.

મુખ્યત્વે કરીને

હુંકસ્થાનના, રેલવેના આતા માહેલા
મરેઠી વાંચણારાઓને વાશતે.
આએ ગર્થ

વિશાનું ચીમનાજ કરવે.

“વિશું-માર્ગકર્તા,” સેશનમાસ્તર “હેઠળે સેટ
રેલવે સનાવદ.” એચેએ રચીએ.

ત

મુખ્યધમાં

“ઈન્ડિપ્રકાશ” છાયાનામાં છાપો

આવૃત્તિ પેહેલી.

૫૦૦ કાણીએ

(આએ પુસ્તક સને ૧૮૪૭ ના આકૃત ૨૦ મા
પરમાણે નાદાએસો છે.)

કીમત ઇથીએ એ.

સાકલીની અગર અનુ કરમણીકા.

ભાગ	વિષય	પાઠ
૧	ગ્રામધાત અથવા વિષ્યોનું સ્વરૂપઃ ૦૦	૧
૨	બાઈના જંતરવિશે	૨૨
૩	હોં અને બાઈના શક્તીનિશે	૨૭
૪	કામ, ધમક, અને બાળથાનાં યાંત્રીક સમસ્યા એવાનાનિશે	૪૦
	„ સરકનારા પડ્હો	૪૫
૫	તાપક	૪૨
૬	બાઘલરના શાખનો	૪૭
	બાઘલરના કંઠનો પડ્હો	૫૮
૭	સરકનારા પડ્હાની કલાશી	૫૯
	„ આલતા પરીધની કલાશી	૬૪
	„ વજન તથા એવનાનિશે	૭૮
	„ ધસવું તથા ગીરીશનાનિશે	૮૨
૮	અલદું	૮૩
૯	ગાડીઓનું અટકાવવું	૮૮
૧૦	પ્રમાણો	૧૦૩
	„ ધેર પરિક્ષા	૧૦૪
૧૧	યંતોના અપધાત	૧૧૪
	„ માણશ્યાને થતા અકથમાત અને દુખાવવું એ- વાનિશે	૧૧૩
૧૨	ગાડીઓ અલાવનારાયોનાયુણો	૧૨૮
૧૩	પરચુરણ માહેનગારી	૧૨૪
	„ ભિશાક્ષાનાયુણો (કોડો)	૧૨૬
	ગાડીયોની લેનને જુદી જુદી અઠણું કોપર જુ-	
	„ દા જુદા વેગને મલેલા અટકાવના (કોષ્ક)	૧૩૩
	„ હોદુસ્થાનના રલવનો કોષ્ક	૧૩૯
	„ દુનીઆ માહેલા રલવેનું કોષ્ક	૧૩૮
	„ કંદણ શબ્દોની શુમજવાની પરીભાષા	૧૪૧
	„ પરથની પરકમા અને નવા શાખ	૧૪૫
	મરાડી સુલાક્ષ્ણરોલા તારાયેતરની જીશાયુદ્ધો	
	આકૃતીયો (૪૩૨ લોચી)

लोहमार्ग.

आणि

आगगाडी.

(प्रश्नोत्तरलघु.)

उपरच्चिति, इतिहास, उदाहरणे आणि आठती
स्थांसहित.

॥ क्षेत्र ॥

भाता कुंकितसें तसें घडतसे पोलाद तावूनही,
हातोडया करूनी अशोधित पिटीं धातू परी मी नहों।
लोहारादि वरें किं मी दलतसें नाणेहि पाढीतसें,
चक्रातें फिरवी व वाचित असां जें वृत छापीतसें ॥ १ ॥
वाक्यंत्र.

मुख्यत्वे करून

आगगाडीच्या खात्यांतलि मराठी वाचकांकरितां,
हा मंथ

विष्णु चिमणाजी कर्वे

राहणार शीराड, तालुका अलिबाग जिल्हा
कुलाबा द्यांनी रचला.

तो

मुंबईत

“ इंदुप्रकाश ” छापखान्यांत छापिला.

नवी आवृत्ति.

५०० प्रति.

(हा मंथ १८४६ च्या २० व्या आकाशमाणे नोंद्या आहे.

किमत दोन रुपये.

P-R.Dhamalher
Poona,
Rs. 5/-

Acc. no. 12432 dt.
30.5.66

18 v

अनुक्रमणिका.

भाग	विषय.	पृष्ठ.
१ उपोद्धात.	१
२ —वाक्यव्याविषयी	२२
३ —इवा आणि वाक्यांच्या शक्तीविषयी	२७
४ —काम, धरक, आणि उण्णतेचीं पांचिक समसूच्ये द्यांविषयी	४०
,, —उघडी	४७
५—तापक	५२
६—तापकाची जुळणी	५७
” —कंठद्वार	६८
७—उघडीची कळाशी	६९
” —धांवेची कळाशी	७४
” —भार आणि ओढ द्यांविषयी	७८
” —घर्षण आणि ओगण द्यांविषयी	८१
८—दहन	८३
९—रांगांचा विरोध	९८
१०—प्रमाणे	१०३
” —यंत्रपरीक्षा	१०५
११—यंत्रापघात	११४
” —मनुष्यांस होणारे अपघात व दुखापती द्यांविषयी	११९
१२—गाडीवानांचे गुण	१२३
१३—किरकोळ माहिती	१२५
” —मिश्र वाकेचे धर्म (कोष्टक)	१२६

॥—गाडचांच्या रांगाच्या भिन्न भिन्न चटणी-	
वरील भिन्न भिन्न वेगास मिळालेला विरोध	
(कोष्टक)	• • • • • १३३
॥—हिंदुस्थानांतील रेलवेंचे कोष्टक	• • • • १३७
॥—जगांतील रेलवेंचे कोष्टक	• • • • १३८
॥—कठोण इबदांची परिभाषा	• • • • १४१
॥—पृथ्वीप्रदक्षिणा व नवीन शोध	• • • • १४५
॥—मराठी मूळाक्षरांच्या तारायंत्राच्या खुणा-	
॥—आळाते (अवश्य पहाव्या)	

सूचना.

आगगाढीच्या खात्यांतील एतदेशीय लोकांस व ज्यांस शास्त्राची अभिरुचि आहे अशांस माहिती देण्याचा हेतु द्या ग्रंथकाराचा आहे. द्या ग्रंथांत, लोखंडी सऱ्क आणि तिजवरून चालणारी आगीची गाडी द्यांचे इंग-जो ग्रंथाधारे संदिग्द रीतीने प्रभोत्तररूप वर्णन केले आहे. ग्रंथकार प्राकृत असन्यापुळे विषयप्रीति, पादनांतील भारदस्तपणा आणि समर्पक. शब्दव्युत्पत्ति हीं सामान्यत आहेत, तथापि यथामति जे लिहितां आळे ते लिहून “कांही न करण्यावेदां कांही करणे वरे” हा न्याय साधला आहे, असें हे पुस्तक वाचल्यावरून कळून येईल अशी ग्रंथकारास आशा आहे.

द्या ग्रंथांतील आठति शेवटी दिल्या आहेत, त्या वर्णन वाचवेवेळी लागल्याच पाहाव्या, झणजे विषय समजण्यास विशेष सोरे पढेल.

विष्णु चिमणानी कर्वे.

मुक्काम सनावद स्टेशन,
मिति फाल्गुन शु ० ४ रविवार
शके १८०९.

१४
१४१

शुद्धिपत्र.

विशेष सूचना—प्रभाँच्या संख्येत चूकी जाली आहे. एकंदर प्रभ १८९ आहेत. आकृती १ पासून २४ पर्यंत आहेत त्यांत किमर (अमुक) असे लिहिले आहे तेथें आकृती (अमुक) असे वाचावें वर्णन आणि आकृती द्यांचा मेळ जमत नाहींसा होईल त्यावेळेस शुद्धिपत्र अवश्य पहावं; सर्व चुक्या त्यांत सुधारून घेताच्या आहेत. ठशाच्या आकृती एकंदर १५ आहेत.

पृष्ठ.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
३	४	ता	तो
"	७!	?	?
"	९!	?	?
६	२५३००	१४२	
८	२१	असल्यास	आल्यास
"	३	असेल.	असले
१६	१८	निनिन्न	निर्वाप !
१७	४	लोहमगांने	लोहमगांचे
२०	२०	चिमणीकडूनही	चिमणीकडून ही
१७	८	त्याच्या	त्यांच्या
२३	१९	दुस या	दुसन्या
२४	२२	ज	ग
"	२४	क फ	क फ
२६	१	केंद्रीय	केंद्रीय

पृष्ठ.	भोज.	अशुद्ध.	शुद्ध.
२६	७	ती	तीं
२८	११	दावते	दावते
२९	९	मापताता॑त	मापता॑त
३२	१३	३२०	३२०
३३	१०	घडते	घडते
३५	१४	उचलेले	उचलले
"	१५	असेल,	असेल,
३६	१२	पुँढेही	पुँढेही
"	२	वातावरणाच्या	वातावरणाच्या
३९	१	कांवी	बांवी
४०	१४	पुँढेही	पुँढेही
४३	२४	त्यास	त्यास
४४	२२	उष्णती॑	उष्णता॑
४५	१३	तुँम्हात	तुँम्हांत
४६	२४	घेडल	घेडल
५०	१२	बंद त्या पडतील	त्या बंद पडतील
६०	१३	घडतात	घडतात
७२	२१	खिळात	खिळी॑स
६४	२१	भरत	भरते
"	"	तेथूने	तेथून
७४	१३	चाकांचे	चाकांचे
७५	१९	मध्ये	मध्य
८२	१३	त्याचा	त्यांचा
८४	१९	एकमेकास	एकमेकांस

पृष्ठ.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
८७	६	आक्सेद	आक्तेद
"	७	"	"
"	१४	टांकला	टाकला
"	२४	रंगीत	रंगीत
८८	१	कार्ब्युरेटेद	कार्ब्युरेटेद
"	४	ताजा	ताज्या
८९	१९	कारण	कारण
९१	१०	होते	होते.
९२	१४	ग्रहण	ग्रहण
९३	२	एकदा	एकदा
९४	२४	उष्णमान	उष्णमान
९८	१	होते	(हा शब्द मुळीच नवो)
१०३	९	यंत्रानं	यंत्राच्या
१०४	१६	यत्राचीं	यंत्राचीं
१०६	४	एकदा	एकदा
"	९	कोळपडलेले	कोळपलेले
१०९	२५	प्रकारानीं	प्रकारानीं
११०	१२	लाव	लाव
"	२३	रंगाच्या	रंगांच्या
"	"	भिंगाचे	भिंगांचे
"	२४	रंगाचीं	रंगांचीं
११४	७	थांबविण्याकरिता	थांबविण्याकरिता
११६	४	टेवावी	टेवावी,

पृष्ठ.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
११७	२२	चकदार	चकदर
१२३	८	तमातिगरांप्रमाणे	तमासगीरांप्रमाणे
"	२३	त्याच्या	ज्याच्या
१२५	३	हीशोब	हिशोब
"	५	स्वभाव	स्वभाव
१३७	३२	उतारुंचे	उतारुंचे
"	"	मालाचे	मालाचे

आकृतींचें शुद्धिपत्र.

पृष्ठ.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
१०	५८५		८०
१८	१४८५		२७
३५	१०९		८
४३	२५	करावी, आतां	करावी, (आकृती १० पाहा), आतां
५४	२३५८		२८
३७	१२९		८
५५	२६३०		२८
५६	१७३०		२८
६२	१६	उघडे टेवावे	उघडे टेवावे
६२	२१	A A	अ अ
६३	७	डे इ	दे
"	२१	ओ	अ

पृष्ठ. ओळ.	अंगद.	शुद्ध.
६३	२६ के	क
६५	१५ अ व	a b
"	२१ के	c
"	२५ के	f
६६	२६ म ह के	g h k
६६	१ ह	h
"	" के	k
"	२ ल ल	l l
"	३ म	m
"	४ न	n
"	५ ऊ न	o n
"	६ प	p
"	११ अ व	a b
"	१२ के ह	k h
"	१३ ग	g
६७	३ र र	r r
"	२६ ३४	३२
६८	२४ ३०	२८
७०	१७ इ	ए
"	२१ इ	ऐ
७१	१२ A B	a b
"	१८ व	B
"	२० क	K
"	२१ द	D

पट.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
७३	५ क क	क क	
"	७ ऊ ऊ	ओ ओ	
"	१७ द	ड	
"	२० इ	ए	
"	२१ ई	ई	
७६	६५२	५३	
९८	९७८	७५	
९८	११ अ	अ	
"	१२ द	उ	
१२१	५५६३	६३	
१२२	९ अ	अ	

~~~~~

## सूचीपत्र.

वर्णना शिवाय ८ आकृती आहेत.

(अ) आकृतीच्या भागाच्या शेवटीं ४ आकृती आहेत त्या हे पुस्तक मार्माक रीतीने बाचल्याने सहज समजून येतील. त्यापैकीं एका आकृतींत आगगडीची भट्टी मोठी करून दाखविली आहे. दुसरींत पाण्याच्या टांकीची गाढी मोठी करून दाखविली आहे. तिसरींत, तुंब, दट्ट्या व वाष्पाशय हों दाखविलीं आहेत. चवर्थींत इंजनाच्या पुढच्या वाजूचा मार्गील देखावा आहे.

(क) ३७ व्या आकृतींत “इजेक्टर” (पाणी ताप कांत चढविणाऱ्या) यंत्राचा पूर्ण देखावा आहे.

(ख) ३८ व्या आकृतींत रुकु, नट, रिहेट व्हाँचा समुदाय दाखविला आहे.

(ग) ३९ व्या आकृतींत रुक्खालीं लोखंडाची खुर्ची (बैठक असते ती दाखविली आहे.

(घ) ४१ व्या आकृतींत कंटद्वाराची (भाटल व्हांलव्ह) रचना दाखविली आहे. ६८ व्या पृष्ठांत व्हाँच वर्णन आहे.

(ङ) ८५ व्या आकृतींत पांच तळांचे रुठ दाखविले ओहेत.

(च) ८६ व्या आकृतींत दुसऱ्या प्रभाचे उत्तर आकृती रूपाने दिले आहे.

(छ) ८७ व्या आकृतींत पॉटस्ट्रीपरदाखविले आहेत.

(ज) ८८ व्या आकृतींत स्टेशन दाखविले आहे.

(झ) ९० व्या आकृतींचे वर्णन ४३ व्या पृष्ठांत दिले आहे.

आठनी अ व क आणि २५ श्यांत अक्षरांनी  
दाखविलेल्या यंत्राच्या भागांची याद.

| संज्ञिक अक्षर | मराठी अर्थ.                             | इंग्रेजी अर्थ.           |
|---------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| अ अ           | तुंबे.                                  | सिलिंडर.                 |
| व             | मुख्य चाके.                             | मेन डायव्हींग<br>व्हील्स |
| क             | मुख जोडकाठी.                            | मेन कॉनेक्टिंग<br>रॅड.   |
| ड             | मुख्य पाऊची खुटी.                       | मेन क क पिन.             |
| क             | मागळ्या चाकाचा झांस.                    |                          |
| ग             | भट्टी.                                  | फायर बॉक्स.              |
| ह ह ह         | सांटी.                                  | फ्रेम.                   |
| इ इ           | सांटीची जोर पट्टी.                      | फ्रेम लैप;               |
| ज             | विकेंद्रिय चके.                         | एक्सेंट्रिक.             |
| क             | डोल्या.                                 | रॅकर.                    |
| म             | कढी वर करण्याचा दांडा.                  |                          |
| न             | कढी वर करण्याची भूज.                    |                          |
| ओ ओ           | राहाटचा.                                | रोबर्स लिभर.             |
| प प           | तापकाचा नगाण्याप्रमाणें<br>दिसगारा भाग. |                          |
| घ             | धुमाशय.                                 | स्पोक बॉक्स.             |
| र र           | धूर जाण्याचा बंब.                       | स्पोक स्टॅक.             |
| स             | पिंजरा.                                 | काऊ कॅचर.                |
| ट             | पुढचा दिवा.                             | हैट लाइट्.               |
| य             | घंटा.                                   |                          |
| ष             | रेतीची पेटी.                            | रॅड बॉक्स.               |

| संक्षिप्त अवारं मराठी अर्थ. |                                     | इंग्रेजी अर्थ.               |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| उ                           | शिटीपंत्र,                          | विहसल.                       |
| घ                           | घुमट.                               | डोप.                         |
| य य                         | यंत्रावर वसण्याची जागा.             |                              |
| ज                           | मागल्या चाकांच्या पाऊ-              |                              |
|                             | ची खुंटी.                           |                              |
| अ                           | जौरनालीतील इवाशयः                   | एभर चेंचर.                   |
| क क क                       | पाण्याचा पुरवठा करणारी सल्पाय पाइय, |                              |
|                             | नळी.                                |                              |
| क                           | मागचीं मुख्य चाके,                  | बैक् ड्रायव्हींग<br>व्हील्स. |
| ग                           | ओकडचाची खुंटी.                      | कपलिंग पिन                   |
| ह                           | बांसगारा पत्रा,                     | फिक्शन् लेट.                 |
| क                           | चेकदार.                             | चक व्हाल्ब्                  |
| क                           |                                     | फुटबोर्ड.                    |
| ल                           |                                     | लेझी कॉक्.                   |
| म                           | माती वगैरे काढण्याचं द्वार, मड्डम.  |                              |
| न न                         | कमाणी,                              | स्प्रींग.                    |
| न                           | नळ.                                 |                              |
| म                           | वाध्यदर्शक.                         | स्टीम गेज,                   |
| अ अ                         | धूमनलिका,                           | टचुवस्.                      |
| क                           | भट्टीचे दार,                        |                              |
| ह ड                         | रक्षाकुंड.                          | इंशपॅन.                      |
| क क                         | बाणांसासांची नळी.                   | ज्वास्ट पाइय.                |
| ह ह                         |                                     | कॉसहेड,                      |

| संज्ञिक अक्षरं मराठी अर्थ. | इंग्रेजी अर्थ.                                               |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| ज                          | कंठद्वाराचा दांडा.                                           |
| प म                        | दृष्टक नव्हो.                                                |
| ध                          | धुम्राशयाचे दार.                                             |
| य यु                       | तापकाची बैटक.                                                |
| व                          | यंत्ररक्तक द्वार.                                            |
| उ उ                        | दात्यांचा अर्धचंद्राळती सेक्टर.<br>दांडा.                    |
| य                          | मध्यखीळ.                                                     |
| श                          | कंठ द्वाराची मूठ.                                            |
| क क                        | बेड् ल्येट                                                   |
| ए ए                        | वाळू पाढण्याची नव्ही                                         |
| मु फ                       | मुख्य चाकांचा समदांडा. इकलायजींग लिवर.                       |
| इ इ                        | घटिची दोरी.                                                  |
| क                          | उघडीचा दांडा.                                                |
| म म म                      | हातांत घरून चालण्याचा दांडा.                                 |
| घ घ                        | यंत्रवर चढण्याच्या पायंया.                                   |
| र र                        | सांठी आणि धुम्राशयाच्यादार यांस कसून वांधलेला. एक दांडा आहे. |
| स स                        | बाय्याशय.                                                    |
| उ                          | झाडचाचे दार उघडण्या-                                         |

| संज्ञिक अदरं मराठी अर्थ. |                                                                            | इंग्रेजी अर्थ. |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| क                        | चा एक दांडा आहे.                                                           |                |
| य                        | शाढा करण्याचे द्वार. कंठ द्वाराची पाऊ ( ज्या प्रमाणे घंटेला असते तशी आहे.) | ब्लो ऑफ कॉक्   |
| य                        | दटच्याचा दांडा.                                                            |                |
| जे   जे                  | ओढ काटी.                                                                   | डॉ कास.        |

# नागपुरकर

## लोहमार्ग.

### भाग १.

#### उपोदात.

Introduction.

प्रभ १.—वाफेच्या शक्तीचा शोध कधीं लागला !

उत्तर.—वाफेच्या शक्तीचा शोध वहतकरून विस्तवाच्या शोधावरोवर लागला असावा. पाण्याचे भांडे टेवन त्याचे तोऱ वंद केले तर ते वाफेच्या जोराने उडते, मग ते भांडे किंती कां बळकट असेना, तरी फूटून त्याचे तुकडे होतात. अशा अनेक अनुभवावरून वाफेच्या प्रसरणशक्तीची मादिती झाली हे साहजिकच आहे; परंतु अशी अचाट शक्ति कधीं कोणाच्या हुक्मांत राहून काम देईल असें कोणाच्या स्वर्मीही नव्हते. फार प्राचीन काळी वाफेच्या वाराची आणि वंदुकीच्या दारूच्या वाराची शक्ति सारख्याच मानीत असत, एका काळी हटकलि आणि पापीन द्या गृहस्थांनी तुंब्यांत दृष्ट्या वर खाली करण्याकरिता वाफेच्या ऐवजीं वंदुकीच्या दारूचा उपयोग केला होता.

विस्ती शकापूर्वी १०० वर्षांपासून आलीकडे द्या विषयावर लिहिलेले निबंध आढळतात. सारांश वाफ्यंत्राची

माहिती दोन इजार वर्षांपासून झाली आहे. तरी ती माहिती जेम्स वॉट पासून पक्की मानली आहे. जेम्सच्या पूर्वी कांहीं वारुयत्रे अनेक कारागी-रांनी रचली होतीं, तरी तीं जेम्सच्या पुढे फिरीं पडलीं तीं इतकीं कीं, जेम्स वॉट द्यास “इंजिनियर लोकांचा बाप!” असे लोक हाणूं लागले. त्याचेच वर्णन येवें संकेताने करितों.

हाईड नदीच्या तीरीं प्रिनाक नांवाच्या शाहरांत तारीख १९जानेवारी सन १७३६ रोजीं जेम्स वॉटचा जन्म झाला. त्याची आईवापें मध्यम प्रतीचीं होतीं; तीं उर्द्यागो, ज्ञानशक्तिविशिष्ट व धर्माचरणसंपन्न अशीं असत. त्यांच्या बाप आज्यानें सरकारच्या मोठ्या विश्वासाच्या जागा चालविल्या होत्या असा प्रिनाकच्या दरबारांत लेख प्रसिद्ध आहे. इंग्लंडचा राजा पहिला चार्ल्स द्याच्या वेळीं प्रिनाकच्या शोजारीं एक खेडे आहे, तेथे जेम्स वॉटचा आजा प्रथम थोडीशी शेतकी करून रहात असे. हाच त्या घराण्यांतील मूळपुरुष होय.

जेम्स वॉट हा फार नाजूक प्रकृतीचा होता लाणून त्याचा विद्याभ्यास घरीं चालत असे. त्याच्या आईनें त्यास वाचावयास शिकविले आणि बापानें लिहिण्यास आणि हिशोव करावयास शिकविले. त्याच्या मनोरंजनार्थ त्याची आई त्यास पेनसलीनें अथवा खडूने जीभनीवर अथवा भिंतीवर रेखा काढून दाखवी. त्याच्या बापानें त्यास कांहीं सुताराचीं हृत्यारें आणून दिलीं होतीं, तीं वो पुढे चांगल्या प्रकारे चालवू लागला.

त्याचीं लांकडाचीं खेळणीं असत तीं तो मोडून पुन्हा  
जुळवी आणि मुख्यवें करून तो द्याच वालाभ्यासापासून  
यांचिकांत त्या कार्डीं सर्वांस मार्गे टाकून कीर्तींस चढला,  
इतकेंच नाहीं; परंतु ता वाफ्यंत्राचा उत्पन्न कर्ताच  
शाला.

द्याप्रमाणे त्याचे लहानपणचे दिवस त्याच्या सुशिक्षित आईबापांच्या संगर्तींत गेले. असें सांगतात कीं, एके दिवशीं त्याच्या बापाचा न्हेही आला त्या वेळेस जेम्स घरांत कांहीं घडामोड करीत बसला होता. खेळानें जेम्सच्या बापास छाटलें कीं “तुमचा मुलगा घरीं राहून उनाढक्या करितो, त्यापेक्षां त्यास तुझीं शाळेंत कां पाठवीत नाहीं!” त्यावर जेम्सच्या बापानें उत्तर दिलें कीं “तो पाहा माझा मुलगा कामांत कसा गढून राहिला आहे!” जेम्स बॉट साहा वर्षांचा असतां त्यास रेखा गणितांतील उदाहरणे सोडविण्याचा नाद लागला. दुसरो एक गोष्ट अशी आहे कीं, एके दिवशीं टेबलावर चाहादाणी ठेविली होती तेथें जेम्स गेला आणि चाहादाणीवरील झांकण काढून चाहादाणीच्या तोंडावर चमचा धरिला, तेहांचा चाहादाणीतून वाफ निघून चमचास लागून तेथें ती थंड होई त्या वेळेस चमचाच्या पृष्ठभागावर पाणी जमून त्याचे येंव पुन्हा चाहादाणींत पडत; ते येंव जेम्स मोजीत उभा राहिला होता. इतक्यांत त्याची आत तेथें आली आणि त्याच्या द्या खेळास धिक्कारून ह्याणाली कीं, “तुला असले रिकामे खेळ करण्याची हौस वाटते; परंतु हें फार वाईट आहे. हा काळ त्वां दुसऱ्या एकादा उपयुक्त कामांत खर्च

केला तर फार चांगले होईल.” द्याच खेळावरून जेम्सने वाफिच्या यंत्रांत वाफ धंड करण्याचें एक पात्र केले आहे. त्यास ‘शितक’ असें झणतात. हे खेळ दुसऱ्या लोकांनी पाहिले झणजे ते जेम्सला वेढा झणत.

जेम्स बॉट चवदा वर्षाचा शाळ्यावर त्याची आई त्यास हवा पालटण्याकरितां ग्लासगो शहरास घेऊन गेली, आणि तेथें त्यास तिच्या नावलगाच्या घरीं ठेवून ग्रिनाकास परत आली. इकडे जेम्स घरांतल्या माणसांस नानाप्रकारच्या गोष्टी सांगे तेंगेकरून त्यांस रात्रभर जाग्रण होई. असें होतां होतां शेवटीं घरधनिनीनें जेम्सच्या आईस निरोप पाठविला कीं, त्यांस त्वार येऊन आपला मुलगा घेऊन जाणे. त्याची गोष्टी सांगण्याची शैली इतकी चमक्कारिक आहे कीं, त्या ऐकाय्याकडे सर्व मनुष्यांचे कान लागतात, आणि रात्रभर जाग्रण पडते. असा निरोप आल्यावर त्याची आई त्यास घरीं घेऊन गेली. पुढे जेम्स व्याकरणालयात अभ्यासास जाऊ लागला, तेथें त्यानें ल्याटिन आणि ग्रीक भाषांचा अभ्यास चांगला केला. परंतु इतवक्यावरच तो राहिला नाहीं. तो गणितांत इतका हुषार निघाला कीं, त्याच्या आधारानें तो आपल्याकरितां उपयुक्त यंत्रे रचू लागला.

द्याशिवाय तो लहानपणीं तरतङ्हेचीं पुस्तके वाचून त्यांत तो आपले मनरंजन करी. तो रसायनशास्त्रांतील किंत्येक रुतींचा अनुभव घरीं घेत असे. त्यानें एक विजेचें यंत्र स्वतः तयार करून त्याचे धक्के लोकांस दिले. औषधींचीं आणि शस्त्रकिंवेचीं पुरतके तो

मनापासून वाचीत असे व त्यांतील कृति स्वतः करून पाही. एके दिवशी शास्त्रकिंपेचा अनुभव घेण्याकरितां एका भेलेल्या मुलांचे डोकें कापून घेऊन जात असतां तो लोकांस रस्त्यांत आढळला. जें जें पुस्तक त्याच्या हातांत येई तें तें त्यानें वाचल्यादिवाय कर्धीं जाऊ दिलें नाहीं. एके दिवशी त्याच्या मित्रानें त्यास लटले कीं, त्वां आपले वाचन कमी करावे. फार वाचल्यास म-स्तक किरिल. त्यावर जेम्सने उत्तर दिले कीं, “माहिती, शिक्षण, अथवा मनरंजन यांत नाही असे एकही पुस्तक माझ्या वाचण्यांत अद्यापवर्यंत आले नाहीं.”

पुढे प्रोफेसर रॉबिन्सनद्याने जेम्सना वाफेच्या विषयाचा अभ्यास करण्यास सांगितले. रॉबिन्सनचे हणणे असे होते कीं, कांहीं तरी युक्ति करून चाकांची गाढी वाफेच्या शक्तीनें चालवावी. जेम्सनेही पुढे बोलून दाखविले कीं, त्याकाळीं मी वाफेविषयीं फारच अज्ञानी होतों तरी ज्याप्रमाणे राविन्सनाने यंत्राचा नमुना करण्यास सांगितले त्याप्रमाणे मी तो तयार केला; परंतु वो नीठ उतरला नाहीं. पुढे राविन्सनही समुद्रांत सफर करण्याकरितां गेला. असे कांहीं अड्याळे येऊन तो बैत तसाच राहिला. जर त्या वेळीं यंत्रशास्त्र समर्थ असते तर त्याच वेळेस वाफेची गाढी चालू होती. ही राविन्सनची कल्पना जेम्सच्या लक्ष्यांत विवून राहिली ती दिवसानुदिवस वाढत जाऊन अखेर फलटूप झाली.

जेम्स बॉट हा फावल्या वेळांत वाफेविषयीं विचार करीत वसे. त्या वेळेस रसायनशास्त्र वाल्यावर्षेवेत होते. द्या वेळेस डॉक्टर ड्लॉक गुप्त उण्ठतेविषयीं विचार करीत

होता, आणि तो जेम्स वरोवर वादविवाद करी, त्यावरून जेम्स सोपे सोपे अनुभव घरीं घेत असे. जरी जेम्सने वाफयंत्राचा नमुना एकदी कधीं पाहिला नव्हता तरी त्याचें लक्ष तिकडे फार लागे. त्या वेळेस वाफेच्या शाकीवद्दल स्कॉटलन्डांत कांहीच माहिती नव्हती.

स्टर्लिंगशायर येथील एलफिन्स्टन नांवाच्या कोळशाच्या खाणीवर सन १७५० त प्रथम वाफयंत्र खाणीतून पाणी उपसऱ्याच्या कामास लावले होते. जेम्स वाटच्या पूर्वी दोन चार गृहस्थानीं निरनिराक्षया तळेचीं वाफयंत्रे प्रचारांत आणली होतीं त्यांच्या कल्पकांविषयीं राविन्सनांने जेम्सला कांहीं विशेष सांगितले, तेव्हां त्याने त्यास स्पष्ट उत्तर दिले की, “तुझीं त्या मनुष्याविषयीं इतकी बढाई सांगू नका. मी हल्ली अशा प्रकारचे वाफयंत्र बनविले आहे” की, त्यातूने यक्किचितही वाफ वायां जाणार नाहीं.

**प्र० २.—लोहमार्ग लाणजे काय ?**

उ०—जमिनीवर नियमित लांबीचे चौरस अयवा अर्ध गोल लांकडाचे तुकडे नियमित अंतराने ठेवून त्याजवर दोन लोखंडी रुळ बसवून जी ओळ तयार करितात तीस लोहमार्ग असें हणतात.

**प्र० ३.—द्या मार्गाच्या चढ उताराविषयीं काय नियम आहे ?**

उ०—साधारण रस्याग्रमाणेच द्या रस्यांस चढउतरणी असतात. प्रायः एका मैलांत ३०० फुटींपेक्षां ज्यास्त चढाव ठेवीत नाहीत. सपाटी पुरी होऊन चढाव

सुरु होतो त्या ठिकाणी एक लहानसा खुंट उभा करून रेयास दोन आडव्या मुजा (कळ्या) लावतात. ज्या बाजू-कडे रस्ता सपाठ असतो त्या बाजूकडील मुज समांतर दिशेस राखतात, आणि तिजवर रंगानें पातळी (लेव्हल) असें लिहितात. जिकडील बाजूस चढण असते तिकडील बाजूच्या मुजेवर चढावाच्या फुटींची संख्या लिहितात, आणि ज्या बाजूस उतरण असते त्या बाजू-कडील मुजेवर उतरणीच्या फुटींची संख्या लिहितात. द्याशिवाय दुसरी अशी गोष्ट आहे की, ज्या बाजूकडे चढाव असतो त्या बाजूकडील मुज किंचित् उचलून बसवितात, हणजे पाहणारा समजतो की, पुढे चढाव आहे. ज्या बाजूकडे उतरण असते त्या बाजूकडील मुज किंचित् खालीं करून बसवितात, आणि दोहों बाजूस चढाव असेल तर दोन्ही मुजा उचलून दाखवितात. आणि दोन्ही बाजूस उतरण असली तर दोन्ही मुजा खालीं दाखवितात. द्या प्रयोगाचे स्पष्टीकरण ६४।६५।६६ आणि ६७ द्या आठतीवरून चांगले लक्षांत येईल. हे खुंट मार्गाच्या बाजूस उमे केलेले असतात. त्यांस ग्रेडियन्ट पोष्ट असें हणतात. त्याचप्रमाणे मार्गाची लांबी समजण्याकरितां दरएक मैलावर खुंट उभा करून त्याजवर मैलांची संख्या लिहितात. त्यास मैलपोष्ट असें झणतात.

**प्र० ८.-लोहमार्ग तयार करतांना ढोंगर आडवा आला तर काय करितात ?**

**उ०-६८ व्या आठतीवरून दाखविल्याप्रमाणे ढोंगरास आरपार भोक पाडून त्यांतून रस्ता तयार करीत नेताव**

अशा भोंकास विवर अथवा बोगदा असें हाणतात.

प्र० ५.—असले बोगदे हिंदुस्थानांत कोठे आहेत?

उ०—थळघांटांत आणि बोरघांटांत असेल विवर-  
मार्ग पुष्कळ आहेत.

प्र० ६.—बोरघांटांत किती बोगदे आहेत व त्यांस  
किती खर्च लागला होता?

उ०—बोरघांटांत २५ बोगदे आहेत त्या सर्वांत जो  
एक मोठा बोकदा आहे त्याची लांबी ४३७ यार्ड आहे.  
हा घाट तयार करण्यास चार वर्षे लागली होतीं. तें  
काम तारीख १४ जून सन १८५८ रोजी सुरु झाले  
आणि त्यास ७५,००,००० रुपये खर्च लागला.

प्र० ७.—थळ घांटांत किती बोगदे आहेत.

उ०—थळ घाटांत १३ बोगदे आहेत. त्यातील एक  
मोठा बोगदा ४७४ यार्ड लांब आहे. हा घाट तयार कर-  
ण्यास चार वर्षे लागली, व तें काम सन १८५७ सालीं  
आक्टोबर महिन्यांत मुरुऱ्या झाले. ह्या घोटास ४५,००,०००  
रुपये खर्च लागला. ह्या खेरीज महूच्या छावणीजवळ  
वाईची घाट अहे त्यांत चार बोगदे आहेत. ह्या  
खेरीज हिंदुस्थानांत सांगण्यासारखे दुसरे बोगदे नाहीत.

प्र० ८.—लोहमार्गास उंचवटा अथवा टेंकडी आढवी  
असल्यास काय करितात?

उ०—मार्गाच्या सपाटीवरोवर उंचवटा कापून  
मधून रस्ता बांधून काढितात. त्यास लिंड (कटिंग)  
असें हाणतात. ह्याचा देखावा ८३ व्या आठतीन  
दाखविला आहे.

प्र० ९.—लोहमार्ग तयार करते वेळीं सखल प्रदेश आडवा आल्यास काय करितात ?

उ०—मार्गाच्या सपाटीपर्यंत वांध घालून त्या वांधावरून रस्ता तयार करितात. त्यास वांधण (ब्यांक) असें झाणतात.

प्र० १०.—लोहमार्गास नदी आडवी आली तर काय करितात ?

उ०—लांकडी अथवा लोखंडी तासा धिन्यावर वसवून त्यावरून सडक वांधून नेतात, त्यास सेतु अथवा पूल असें झाणतात. (आठवीं ६९ पाहा.) हा पूल ठाण्याच्या खाडीवरचा आहे.

प्र० ११.—लोहमार्गाविषयीं पुरातन माहिती काय आहे ?

उ०—इंग्लंडांत कोळशाच्या खाणी फार आहेत आणि त्या खाणीतून पूर्वी घोडशाच्या अगर वैलाच्या गाडींत कोळसे भरून इच्छित ठिकार्णी नेत असत. जों जों कोळशाचा खप फार होऊं लागला तां तों तेथील लोकांस कोळसा त्वरित पॉहचवून देण्याच्या युक्ति एका मागून एक सुचूं लागल्या. वैलगाडीचे सडके-वरून चालण्यापेक्षां तिच्या चाकाखालीं विशेष गुळ-गुळीतपणा टेविला तर ती वैलास ओढण्यास हलकी जाऊन वेगही पुष्कळ येईल. आणि अशा सम-जुतीनें त्या लोकांनी लांकडाच गज मारून वैलगाडचा चालविल्या. त्या गाडचांचीं चाके गजावरून खालीं पडू नयेत झाणून त्यांस एका बाजूने कणा राखीत. त्या वेळच्या गजाची आठवीं ८४ व्या आठतींत दाखविली आहे.

प्र० १२.—वाफेच्या गाडीची युक्ति कोणी काढली ?

उ०—एका कग्नाट नांवाच्या फेंच मनुष्याने वाफेच्या गाडीची युक्ति सन १७६३ सालीं काढली. द्या गाडीचा मूळ उद्देश तोका वाहन नेण्याचा होता. द्या गाडीची आरुति ८५ व्या आळतींत दाखविली आहे. कग्नाटच्या नंतर अनेक कारागिरांनी तरतऱ्यावरच्या वाफेच्या गाड्या तयार केल्या; परंतु द्यापैकीं एकास देखील वाफेच्या गाडीचे श्रेष्ठ मिळाले नाहीं.

प्र० १३.—तर भग तं श्रेष्ठ कोणास मिळाले ?

उ०—वाफेच्या गाडीचे श्रेष्ठ एका स्काच मनुष्यास मिळाले त्याचें नांव ज्यार्ज स्टिफन्सन.

प्र० १४.—ज्यार्ज स्टिफन्सन विषर्णी काय माझिती आहे ?

उ०—ज्यार्ज स्टिफन्सनचे पूर्ववय वहुतेक दोतकीच्या आणि गुरे वळण्याच्या कामांत गेले. जाञ्चाच्या वापास वाफेच्या यंत्रावर आगवाळ्याची नौकरी होती, त्यामुळे ज्यार्जसही थोड्योडा कलाकौल्याचा नाद लागला. ज्यार्जने आपल्या मनांत एके दिवशीं असा विचार केला कीं, चाकांवर विशेष भार ठेवावा हाणजे तीं जागच्या जागीं फिरणार नाहींत व असें झालें हाणजे मग चाकांस व रुळांस दांते ठेवण्याची गरज नाहीं. द्या प्रथम समजुतीवरून ज्यार्जने एक वाफेची गाडी बनविली आणि ती त्यानें प्रथम किंलिंगवर्ध नांवाच्या लोहमार्गवर चालवून दाखविली, आणि ती त्याच्या मनोदयप्रमाणं चालली.त्याणें त्या गाडीचे नांव “ब्लूचर” असे ठेविले होते. द्या कल्पनेवरून ज्यार्ज स्टिफ-

न्सन द्यास वोकेच्या गाडीचा कल्पक असें हाटले आहे. जेव्हां जेव्हां कोणा एका राजाच्या मनांत आपल्या राख्यांत लोहमार्ग आणि वोकेची गाडी वांधण्याचे येई तेव्हां तेव्हां ते जार्ज स्टिफन्सन द्यास बोलावून आणुन त्याच्या द्यातुन तें काम पुरें करून घेत.

सन १७८१ तारीख ९ जून रोजों जार्ज स्टिफन्सन जन्मला. त्याचा वाप रॉवर्ट स्टिफन्सन हा पूर्वी स्काटलंड देशांतील राहाणारा असे तेथून एका इंगिलिश गृहरथावरोवर नौकर होऊन इंग्लंडात आला होता. त्याची वस्ती विल्यम नांवाच्या कोळशाच्या खाणीवर एक खेडे आहे तेथे होती. रॉवर्ट स्टिफन्सन द्यास साहा मुळे होती. त्यांत जार्ज डिफन्सन हा द्वितीय पुत्र होय. त्याच्या वापाचे कुटुंब मोठे असून प्रातिकार कमी असे. जार्ज स्टिफन्सन आठ वर्षांचा झाला नाहीं तोच त्याच्य वापाने त्यास गुरें वळविण्यास लावले. त्या नौकरीवदल जार्जास दोन पेन्सू हाणजे साडेपांच ऐसे रोज मिळे. कांहीं मुलगे खरोखर आळशी आणि अविचारी असताव की, त्यांनी कितीही मोठशा आश्रयाची गोष्ट पाहिली तरी त्यांचे तिकडे यक्किचित्तही लक्ष लागत नाहीं. परंतु जार्ज असा मुलगा नव्हता. त्यास निर्देशक गोष्टी ऐकण्याचा मोठा बीट असे.

द्याप्रमाणे जार्ज स्टिफन्सनचे पूर्व वय गुरें राखण्यांत आणि दुसरी मोलमजुरी करण्यांत गेले. जार्ज अठरा वर्षांचा होईपर्यंत त्यास मुळाक्षरांचे देखील ज्ञान नव्हते. तो इतक्या मोठशा योग्यतेस चढला, याचे कारण केवळ बुद्धिवळ हेच होय. त्यास जर विद्या अवगत असती तर

त्यानें काय केले असतें न कळे ! त्याच्या वापाच्या सह. वासाने त्यास पुढे दुर्घम आगवाल्याची नौकरी मिळाली. आणि येथपासून जार्जाचा आणि वाकेच्या यंत्राचानिकट संबंध पडू लागला. मोठमोठीं सार्वजनिक कामे करून जिकडे तिकडे त्याची मान्यता झाली. परंतु तो अविद्यान राहिल्यामुळे त्यास मोठा खेद होई.

प्र० १५.—माल व उतारू लोक वाकेच्या गाढींतून नेण्याची सुरुवात कर्धीं व कोणाऱ्या रस्यावर झाली ?

उ०—पार्लमें सभेच्या हुकमानें सन १८२५ तारीख २७ सप्टेंबर रोजीं स्टॉकटन आणि डालिंग्टन मंडळीचा लोहमार्ग प्रथम सुरू झाला. त्या दिवशीं ४९० उतारू लोक वाकेच्या गाढींतून जाण्याकरितां आले होते. दर अवरास वारा मैलांचा वेग होता. द्या नंतर सर्व देशांत वाकेच्या गाढीचांचा फैलाव झाला.

ज्यावेळेस हिंदुस्थानांत लोहमार्ग वांधण्याकरितां मिस्तर फॉक्स द्यानें वाळ ब्रितिश सरकारांत सादर केले, त्या वेळेस ऐडमन्डवर्क नांवाच्या एका सभासदानें बोलून दाखविल कीं, हिंदुस्थानांत इंग्लंडाने पूल, रस्ते, कालवे, ताळीं वगैरे सार्वजनिक कामे काहीच केलीं नाहीत . . . . जर आपणांस तेथून हाकून लाविले तर आषण कोण रानटी लोक होतों किंवा जनावरे होतों इतके देखील कळण्याचे चिन्ह राहील असें दिसत नाही !

परंतु ती कुचेषा आवां होत नाहीं. सांप्रतकाळीं रेखेच्या संवंधाने पाठण्यानजीक सोना नदीवर आणि प्रयागाजवळ यमुनेवर वांधलेले पूल नामांकित आहेत.

पांच हजार मैल लांबीचा रेलवेचा रस्ता बांधला आहे. याचें भांडवल ८,८०,००,००० इतके होते. हल्डी रेलवे इतकी बाढळी आहे की, दक्षिण दिशेस मद्रासेहून मुंबई आणि पूर्वेस कलकत्ता, हे इलाखे रेलवेने जोडले आहेत. द्यांशिवाय वेवेशीं मैलांची एक मोठी शाखा निघून लखनौ, दिल्ली, लाहोर, मुलतान, आणि कराची इतकी शाहरे जोडते. दक्षिणेस बंगालच्या उपसागरांत हुबली नदी आणि आरवी समुद्रांतील सिंधूनदी द्यांची तोंडे लोहमार्गांने जोडली आहेत.

**प्र० १६—लोहमार्ग बांधण्याचा मुख्य हेतु काय होता?**

उ०—त्याच्या कल्पकच्या हेतूप्रभागें पाहू गेल्यास सांप्रत फारच फेर पडला आहे; तो हा की, उतारू लोकांची अमदानी फार वाढली. स्टाकतन् आणि डालिंगटन नंवाची रेलवे फक्त कोळसे नेण्याआणण्याकरितां तयार केली. पुढे दुसरी एक लिहरपूल आणि म्यानचेस्तर द्यांचे दरम्यान माल वाहन नेण्याकरितां बांधली होती. त्या वेळेस उतारू लोकांपासून नका होईल हे लोकांच्या स्वप्नीं देखील नव्हते. कारण वाफेचं यंत्र आपणांस ओढून नेईल असा भरंवसा लोकांस नव्हता. कदाचित् कोणीं कल्पना काढली तरत्यास लोक वेडा क्षणत. एकदा असें घडेलं की, लोकांनी मोठा गवगवा केला आणि त्यापासून लिहरपूल आणि म्यानचेस्तर रेलवे कंपनीस आपला रस्ता तहकूब ठेवणे भाग पडले, आणि पुढे लवकरच घोड्यांच्या गाड्या चालवाव्या. वाफेच्या चालवून नयेत असा सरकारांनुन अलाहिदा कायदा निघाला ! !

वर सांगितल्याप्रमाणे जरी कायदा जारी होता तरी  
त्या कंपनीने आपणापुरताच सरकाराशी एक ठराव  
करून घेतला, आणि आझीं वाफेच्या गाडींतून उतारू  
लोक नेणार आहों झाणून लोकांत जाहीर केले, त्या वेळेस  
आश्रयकारक एक गोष्ट अशी घडली कीं, कंपनीजवळ  
जितक्या लोकांपुरते ढवे होते त्यापेक्षां अधिक लोक  
आपण होऊन वाफेच्या गाडींत बसण्याकरितां आले.

पूर्वी माणसे बसण्याच्या गाड्या डांकेच्या गाड्यां-  
प्रमाणे असत. उतारू लोक नोंदीत आणि त्यांची नांव-  
निशीवार याद गाडाजवळ देत. जेव्हांगाडी स्टेशना-  
नजीक येई त्या वेळेस एक मनुष्य डाट फार्मावर उभा  
राहून विगूल वाजवीत असे. ही विगूल वाजविण्याची  
चाल मांचेस्टर स्टेशनावर कार दिवस चालत असे,  
ती नुकीच वंद झाली आहे.

जेव्हांग रहदारी फार वाढू लागली त्या वेळेस कित्येक  
नवीं इंजने तयार केली. त्यांचा वेग जास्त वाढविला,  
माणसांचे ढवे चांगले प्रशास्त वांधले. तिकिंटे काढलीं,  
अशा अनेक सोई केल्या. पहिली मांचेस्टर आणि लिभ-  
रपूल लाईन होती ती निरुपयोगी ठरून दुसरी वांध-  
ली. त्या वेळेस डांकेची गाडी दर तासास २३ मैल  
चालत असे. तो वेग वाढत जाऊन आतां ६० पासून  
६० मैलापर्यंत आला आहे. उतारू लोक वाहून नेणा-  
ण्या वाफेच्या गाडीचे वजन ३० पासून ३५ टनांपर्यंत  
वाढविले. पूर्वी तें ४२२ टनांचे होतें. रुठाचे (दर यार्डास)  
३५ पौंडांपासून ७५ पौंडांपर्यंत वाढविले. स्लीपरांखा-  
लीं चिरे वसविले. रुठांची तोंडे पूर्वी खुलींच असत

तो पटचा लावून मळसूत्रांनो आंवळून ठाकलो. लोखंडी रुळ काढून पोलादी घातले.

उतारू लोकांची रहदारी आतां पाहा किती वाढली आहे ! सन १८७३ साली फक्त ग्रेटविटनांत डेटिकिटें घेणारे ४०,१४,६५,०८० लोक होते. द्याशिवाय २,५७,४०० पिरी आंडिकल पास विकले होते. अशा अनेक रकमा आहेत; त्या सर्वे घेतल्यास फक्त ग्रेटविटनांत एका वर्षात ४४,८४,८९,०८६ इतके उतारू लोक वाफेच्या गांडींत बसून गेले.

मि. पोरटर द्यानें राष्ट्राच्या सुधारणुकीबदल निवंध लिहिला आहे त्यावरून पाहतां असें दिसून येते की, ज्या वेळेस ढाकेच्या गाड्या होत्या त्या वेळेस ३०,००,००० उतारू दरवर्षास अथवा ८२,००० दर दिवसांत जात असत. त्या वेळेस सरासरी दर तासास १२ मैलांचा वेग पडून सरासरी दर उतारूस पांच शिलिंग (झणजे दर मैलास पांच पेनी, द्या मानानें खर्च पडे, आणि वाफेच्या गाडीने ४४ लक्षांवर रोज उतारू जाऊन त्यास एक शिलिंग आणि दीड पेनी इतका खर्च लागे. द्यावरून हल्ळीं पूर्वीपिक्षां ही खर्च कमी पडू लागला आहे.

द्याचसालीं वर सांगितलेल्या उतारूखेरीज खनिज पदार्थ आणि दुसरा माल मिळून १६२ लक्ष टनांचे वजन वाफेच्या गांडींतून वाहून नेले होते. त्या वर्षात ५६,२५,६१,३०४ इतके मैल गाड्या चालल्या होत्या. द्यावरून असा अंदाज काढला आहे की, दरेक सेकं-

दास चार मैलांचा रस्ता सर्व वर्षभर गाढ्यांनी आच्छादिला राही.

हे काम बजाविण्यास त्या साली ११,२५५ इंजिने होतीं आणि त्यांच्या भट्टीत ४ लक्ष टन कोळशाची खाक होऊन त्यापासून दर मिनिटांत सुमारे ४० टन वजन पाणी वाफेच्या रूपानें वातावरणात पसरत असे. त्या साली २४,६४४ इतके उतारू लोकांचे ढवे होते; ११२८ ब्रेक होतीं, ३,२९,१६३ मालाचे ढवे होते, त्या वेळेस सर्व एंजिने एकत्र करून त्यांची एक माळ केली असती तर ती लंडन शाहरापासून पिटोवर्ग शहरपर्यंत जाती, सुमारे २३ लक्ष पहिल्या वर्गांचे उतारू लोक होते. ६३ लक्ष दुसऱ्या वर्गांचे उतारू होते, आणि ३०६ लक्ष तिसऱ्या वर्गांचे उतारू लोक होते. ज्यार्ज रिटफन्सनच्ये असें हणणें होतें कीं, “असे दिवस येतील कीं, लोहमार्ग रावापासून रंकापर्यंत वापरण्याजोगा होईल त्या वेळी कीणों पायानें मजल करणार नाही. ती गोष्ट हठडी घडून आली आहे.

इतका खटाटीप निर्निश चालविण्यास ठेवलेल्या बंदोबस्ताविष्यांची गोष्ट देखील तशीच वर्णनीय आहे. अलवत जोंपर्यंत वाफेची गाडी मनुष्याकडून चालविली जात आहे तोंपर्यंत त्यांत (मनुष्याच्या रुतीत) कमी-पणा राहीलच, मग त्यांचे यांत्रिक कितीही सुधारलेले असले आणि ते कितीही दीर्घ विचारानें रचलेले असले तरी कामकरी मनुष्याच्या क्षणिक सुस्तीपासून मोठा अनर्थ उत्पन्न होतो! द्या सर्व स्थितीचा विचार करून पाहिले हणजे जो बंदोबस्त ठेवला आहे त्याची वेग-

शीं तुलना करून पाहतां तो उत्तम प्रकारचा आहे असेही झाणणे भाग पडते. त्यात दक्षता आणि हस्त-चापल्य हीं मुख्य होत.

तुलनेने पाहूँ गेल्यास लोहमार्गानें काम रांत्रिदिवस कोणत्या व किती दक्षतेन सांभाळून न्यावें लागते हे समजणारे लोक फारच योडे सांयडतील. हा मार्ग सतत पाहणीखालीं असतो. एक मुकदम असतो, त्याच्या हाताखालीं नियमित संख्येचे विगारी असतात. त्याच्या मदतीनें मुकदमास नियमित हद करून दिली असते, रूळ आणि त्यांच्या बैठकी (खुर्च्या) खणखणीत असून त्यांचीं बंधने वरेवर आहेत आणि त्याचप्रमाणे रस्ता निध्रतिवंध आहे किंवा नाही हे पाहण्याचे काम या मुकदमाचे असते. द्याशिवाय मार्गाच्या संगमावर, आणि शाखावंवर संधेवाले नेमलेले आहेत.

लोहमार्गाचे काम करूं चालले आहे हे पाहून त्याचा रिपोर्ट करण्याकरितां सरकारांतून इन्स्पेक्टर लोक नेमले ते गाडशांच्या घडघडाटानें आणि वेगानें अगदीं गोंधळून गेले. टेलर जंकशनाच्या स्टेशनावरील कामाचा रिपोर्ट सर फ्रेडरिक स्मिथ द्यानें केला त्यांत असेही दर्शविले आहे कीं. २४ तासांत २३ उतारुंच्या गाड्या द्या स्टेशनावरून जातात. अशा द्या अवाढव्य कामांत फक्त वंदोवस्तुच विशेष पाहिजे इतकेंचे केवळ नाहीं; परंतु येथील कामदार लोक सदा ज्यागृत आणि उत्साहपुक्त असे असावे.

प्र० १७—वाफेच्या गाडीची दिशा किरविण्याची युक्ति कशी आहे?

३०—वारेची गाडी फिरविण्याकरितां एक प्रकारचा चौरंग आहे, त्यास टर्ने टेबल असें हणतात. लांकडी अथवा धातूची दोन वाहालें एका पाठीवर बसवून ती पाठी एका कुसावर तोळलेली असते. ती त्या कुसावर मोकळेपणी वाटोव्ली फिरते. मार्गाच्या सपाठीखालीं एक वाटोव्ली आणि यंत्राच्या लांबीइतक्या व्यासाची खांच खणून मध्ये कूस उमें करितात. आणि त्यावर वाहालाची पाठी ठेवितात. द्या चौरंग वर यंत्र आणून उमें केलें आणि वाहालांची जोडी फिरविली हणजे तिच्या अर्धे केन्यांत यंत्राचें तोंड फिरते. यंत्र रस्त्यावरून चौरंगावर येतांना आणि चौरंगावरून रस्त्याकडे जातांना वाहालं खालों दबू नयेत हणून त्यांच्या दोन शेवटांस दोन चाके लावितात तीं अशावेळीं यंत्राच्या भारास टेकू होतात. हीं चाके खांचेत एका वरुळ लोहमार्गावर फिरतात. ( आ. ८५ पाहा.)

प्र० १८—यंत्र फिरविण्याची दुसरी पुक्कि काय आहे?

३०—इंग्रजी Y सारख्या आकाराची एक रुद्धांची ओळ मांडून तिजवरून यंत्र फिरवितात. ( आ. ७० पाहा.) द्या आठतीत अ क आणि ब क हीं दोन वांकणे आहेत. आतां अ वाणाच्या दिशेने मुख्य रस्त्यावर यंत्र उमें असेल तर त्यास अ क वाणाच्या दिशेने अ क वांकणावर आणून उमें करावें. आणि क ब वांकणाकडे जातांना ( ब वाणानें दाखविल्याप्रमाणे ) क ठिकाणापासून यंत्र येऊन उमें राहिले हणजे त्याचें तोंड ब वाणाच्या दिशेंत होईल.

प्र० १९—एका ओळीवरील गाडी दुसऱ्या ओळीवर कशी घेतात ?

उ०—७८ व्या आळतोंत दोन ओळी एका टिकाणी मिळवन दाखविल्या आहेत. आळतोंत व अ या दोन ओळी आहेत त्यांत व ओळ मुख्य असून अ ही शाखा आहे; ती १, २ या विंदू पासून फुटते (अथवा ती तेंये येऊन भिळते.) हिचा सांधा ३ टिकाणी आहे, १ आणि २ हीं रुळाचीं तोंड अशा रीतीने वसविली आहेत की, तीं आपल्या वैठकीवर मोकळेपणी मार्गे पुढे सरतात, तीं मार्गे पुढे करण्याकरितां तेंये एक मनुष्य ठेवितात. आळतोंत अ शाखेवर (बाणाच्या दिशेने) गाडी येणार आहे लणून रुळाचीं टोके मार्गे ओढून धरली आहेत. जेव्हां गाडी व ओळीवर घेणे असेल तेव्हां तीं टोके शून्याच्या रेषेवर येऊन राहतील. हीं टोके मार्गे पुढे सारण्याकरितां त्यांस एक दांडा जोडून या दांडचाचे दुसरे शेवट ओळीपासून दूर नेऊन त्यास एक भूज लावलेली असते. ही भूज एका अटीवर फिरते, ती फिरविली लणजे गाडीची बाट बदलते.

प्र० २०—वाफेची गाडी चालविण्याचीं मुख्य धोरणे काय आहेत ?

उ०—द्या गाडीचे चालणे अगदीं हुकमी नसते लणून भरधांव गाडी चालत असतां ती एकदम उभी करण्याचे मनांत आगल्यास एकदम घडत नाहीं, लणून पुढे कांहीं अंतरावर थांबावयाचे असल्यास तिचा वेग पूर्वीपासून कमी करावा लागतो. स्टेशनपासून दोन्ही वाजूंत सुमारे आर्ध्या अथवा पाऊण मैलावर गाडी

चालविणारास दुरून दिसेल असे चिन्ह उमें करून ठेवितात (आण. ८१ पाहा.) या चिन्हास सिंगल असे झणतात. (आणति ८० पाहा.) आणतीत अभा हा लांकडाचा खांब उभा आहे, त्यास व फळी आडवी लावली आहे, ती एका दांड्याने वर खाली करितात.

**प्र० २१—फळी वर खाली करण्याची आवश्यकता कां असते?**

उ०—स्टेशनांत अनेक प्रकारचे अडयळे ओळीवर असतात. ज्या ओळीवर एक गाडी ध्यावयाची आहे अशा ओळीवर दुसरी एकादी गाडी कांहीं अडचणी-स्तव उभी असते, किंवा रुळाची फिरवाफिरव होत असते; अशा अडचणी अनेक असतात, झूळून दुसरी गाडी स्टेशनांत येऊ देण्यापूर्वी ती गाडी, ज्या ओळीवर ध्यावयाची असेल ती ओळ साफ आहे अशी खात्री शाल्यानंतर फळी खाली करितात, झणजे वाहेरून येणारा गाडीवान आंत येतो. हा नियम खात्यांत सर्वांस कळविलेला असतो, झूळून फळी खाली झाली नाहीं तर गाडीवान त्या चिन्हापर्यंत येऊन तेथें ट्रैन उभी करितो.

**प्र० २२—फळीस लाल रंग देण्याचे कारण काय?**

उ०—बोरेच्या गाडीच्या वेग कमी करण्यास खुणाचे साध्य ध्यावें लागतें. रंगाच्या खुणा दिवसाकारितां आणि दिव्याच्या खुणा रात्रीकारितां ठरविल्या आहेत. गाडीस पूर्ण वेगाने जाऊ देणे असेल तर (अथवा रस्ता साफ असेल तर) पांढरा रंग अथवा पांढरा दिवा दाखवावा.

124.32 dr. 30.5.66 Rs.5

कांहीं अडचणीरतव गाडी हळू चालविण्याची गरज  
असेल तर फळी खालीं करावी अथवा हिरवा दिवा  
दाखवावा. गाडीस एकदम उभी करणे असेल तर लाल  
रंग अथवा लाल भिंगाची वसी दाखवितात.

वाफेच्या गाडीस थांविण्याची युक्ति अशी आहे  
कीं, एक मळसूत्र असते ते किरविले झणजे चाकाच्या दोन  
बाजूंस दोन लांकडाचे अथवा घातूचे ठोकळे  
असतात ते त्यासरसे चाकांच्या धावेस दोहँकडून आ-  
वळून चाकांस फिरूं देत नाहीत. त्यांणी इतके काम  
बजाविले झणजे मग जरी चाके न किरतां घसटत  
चाललीं तरी त्यांचा दोव ठोकळ्यांकडे नसतो.  
एका मनुष्याकडून हें मळसूत्र किरविण्याची मात्र गरज  
असते.

प्र० २३—मनुष्याच्या श्रमाशिवाय गतिरोधक गाडी  
उभी करूं शकतात किंवा नाहीं ?

उ०—होय, योड्या दिवसांगसून गतिरोधकावर वारू-  
च्या साध्याने हवेचा दाव पाढून त्यांस आंवळतात. हवा  
दावण्याकरितां एक अलाहिदा वाफेचे यंत्र ईंजिनावर  
ठेवलेले असते ते चालविले झणजे गतिरोधकावर हवेचा  
दाव पढूं लागतो, तेणकरून इंजन आणि त्याच्या मागें  
जितके डवे असतील तितक्यांचीं गतिरोधके एकदम  
आपआपलीं चाके बंद करून टाकतात. डढ्याडव्यांतून  
हवा नेण्याकरितां एक रवराची नळी असते. गाडीवा-  
नास पाहिजे त्या वेळीं गाडी उभी करण्याचे हें एक  
उनम साधन निघालें आहे. द्या प्रकारचे गतिरो-  
धक अनेक कारागिरानीं तयार केले आहेत, यांत वेर्मिंग

हौस नांवाच्या सहेवानें केलेला गतिरोधक मुख्य आहे. हळी त्याचा उपयोग सर्वत्र करितात. हिंदुश्यानांत देखील ही तळा आतां जागोजाग घेऊ लागले आहेत.

### उपोद्धात समाप्त.

## भाग २.

### वाफयंत्राविषयी.

Steam Engine.

प्रश्न २४—वाफयंत्रात चरणक्किं कशी आणिली आहे?

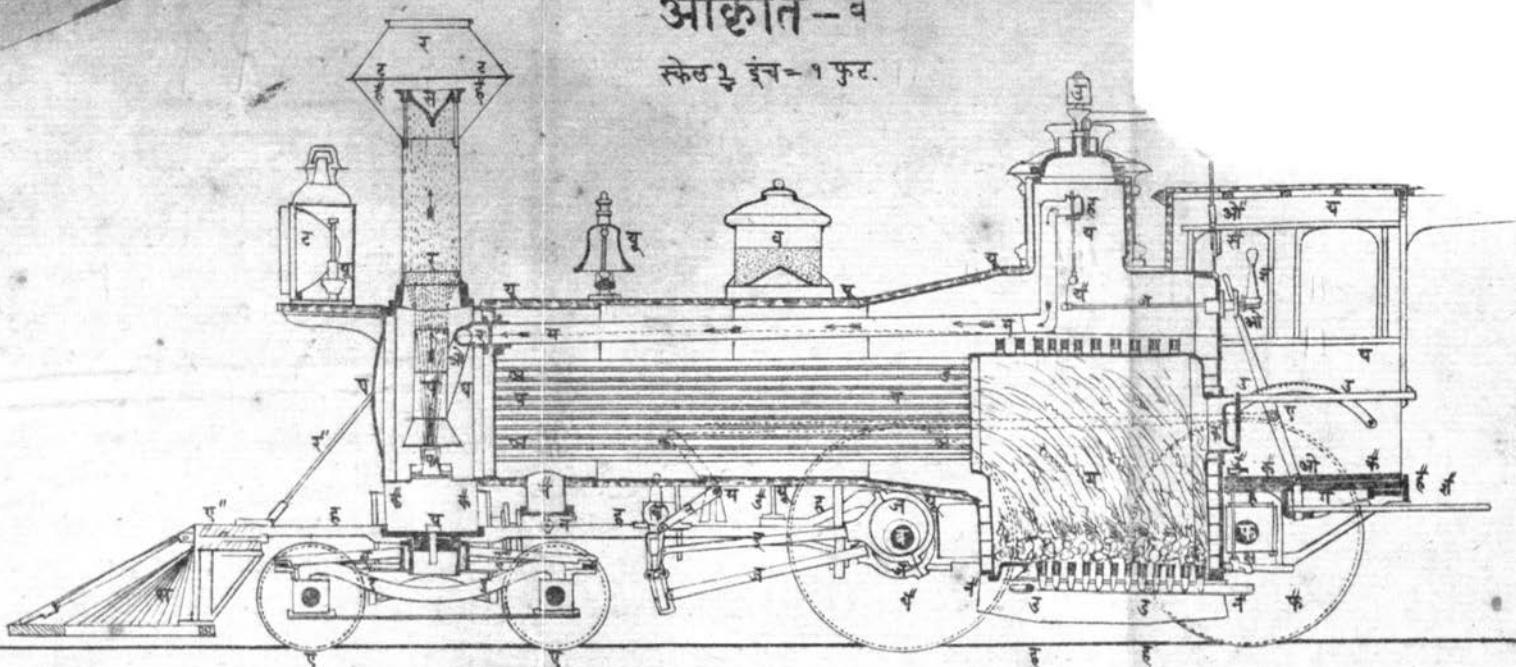
उत्तर—वाफेची यंत्रे चालविष्याकरितां वाफेच्या प्रसरणशक्तीचा उपयोग केला आहे.

प्र० २५—वाफेची प्रसरण शक्ति यंत्रात घेऊन निजपासून चलन घडते, तें कसें?

उ०—ज्याच्या एका तोंडापासून दुसऱ्या तोंडापर्यंत दृश्या खेळतो, अशा एका तुंब्यांत तीस घेतात ( आठती १ पाहा ) हींत हा तुंबा अ अक्षरानें दाखविला आहे. क आणि ड हींत त्या तुंब्याचीं तोडे जाणावो. आतां द्या तुंबगाच्या क तोंडावाटे वाफ आंत सोडली तर दृश्या तिच्या जोरानें ड तोंडाकडे जाईल, आणि तो दृश्या तेथें गेल्या नंतर त्या वाफेस खुली करून दिली. आणि पूर्ववत प्रमाणे ड तोंडावाटे दुसरी नवी

## आकृति - व

स्केल  $\frac{1}{2}$  इंच = 1 फुट.



वाक तु व्यांत सोडली तर ( आहूतीत दृढ्या व अक्षरानें दाखविला आहे ) दृढ्या पूर्व ठिकाणी येईल, झणजे क तोंडाकडे येईल; द्याप्रमाणे वाकेस एका रस्यानें आंत घेऊन दुसऱ्या रस्यानें खुली करीत गेले तर दृढ्यास मागे पुढे सरण्याची अर्थांत गति उत्पन्न होईल. आतां हीच गति र दांड्यास मिळावी झणून त्याचें एक टोंक दृढ्यात खिळवून टाकले आहे. सारांश की, दृढ्या किंव लागला झणजे याच्या वरोवर दांडाही मागे पुढे होऊं लागतो. स्पष्टीकरणार्थ तुंब्याच्या दोन तोंडास मागले आणि पुढलें तोंड अदी संज्ञा दिली आहे.

प्र० २६—वर सांगिलेल्या दृढ्यास सरळ गति असतां ती चक्राकार गतीत कशी आणिली आहे ?

उ०—सरळ गतीस चक्राकार गतीत आणण्याकरितां दांड्याचें दुसरे टोंक दुस या एका इ द्या दांड्यास जोडून त्याचें दुसरे टोंक आंसाच्या संबंधांत असलेल्या पै द्या पाऊस जोडले आहे. आंसाचें एक टोंक स द्या अक्षरानें दाखविले आहे ( आ. २ पाहा ) आतां उघड आहे की, व दृढ्या र वाण्याच्या दिशेवर सरकला तर, त्यापासून पाऊस न वाण्याच्या दिशेवर झुकावै लागेल. परंतु हा झोक सरवत चालणार नाही; कारण की, जेव्हां पाऊ ५ व्या आहूतीत दाखविलेल्या शून्याच्या ओळोपर्यंत येऊन पांचेल तेव्हां दृढ्या सरकण्याकरितां जी शक्ति योगिली असेल ती पाऊस फेरा पुरा करू देण्यास समर्थ होणार नाही. व हाच प्रकार जेव्हां पाऊ विरुद्ध दिशेनै झुकून येईल तेव्हांही घडून येईल. द्या ( पाऊ

थांवण्याच्या) ठिकाणांस पाऊचे मृतविंदु असेही झणतात. सारांश की, द्या ठिकाणी पाऊ आली हणजे वाफेची शक्ति पुरेनाशी होऊन पाऊ लटपटते.

प्र० २७-हे मृत विंदू पाऊ वलांदून कशा जानात की, त्यामुळे त्यांचा केरा पुरा होतो ?

उ०-स्थाईक वाफ यंत्रास जड आणि विस्तीर्ण असेही एक चाक लावतात (त्यास क्षायबहील असेही झणतात) हेच चाक २ त्या आठवीत फ फ अक्षरांनी दाखविलेले आहे. दिलेल्या शक्तीने पाऊ एका मृतविंदूपासून दुसऱ्या मृतविंदूपर्यंत जात असतां त्या शक्तीपासन उडत्या चाकास च्वांगला हैलकावा वसतो आणि त्यामुळे तेचाक पाऊस आपल्या वरोवर मृतविंदूवरून खंचून नेतें. द्याच कारणास्तव स्थाईक वाफयंत्रास द्या उडत्या चाकाची आवश्यकता असते.

प्र० २८-तुंब्यांत वाफ घेणे आणि बाहेर सोडून देणे हे कसें घडते ?

उ०-(आ. २ पाहा) तीस क आणि ड द्या रस्त्याने आंत घेतान आणि ज रस्त्याने बाहेर घालवितात. पहिल्या दोन रस्त्यांस वाप्यमार्ग आणि दुसऱ्यास खासमार्ग असेही झणतात. ज मार्ग क आणि ड द्यांच्या मध्ये आहे व तो हवे वरोवर मिळालेला असतो. क, ड, द्या रस्त्यांतून वाफ तुंब्यांत भरली हणजे तो ज मार्गाने बाहेर पडते, त्या वेळेस पफ असा धवनि निघतो. (आठवीत ४ पाहा). फ फ तोंडावर क हें एक कल्पीचे दार किरत असते. त्यास फिरती उघडी अशी संज्ञा दिली आहे. ही उघडी अशा रीतीने वसाविले-

ली आई की, तिच्या मार्गे पुढे किरण्यानें बाष्पमार्ग एकदा उघडतील आणि दुसऱ्यानें वंद पडतील. ही उघडी तुंब्यावर लोखंडी पेटीत वसविलेली आहे. द्या पेटीत बाष्पाशय असें झणतात; कारण की वाक कामास लागण्यापूर्वी तो द्या पेटीत सांचून राहते, नंतर उघडी किंवू लागली झणजे धोड्योडी तुंब्यांत उतरते. जेबहां २ न्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणे उघडी एका ठिकाणी उभी असते त्या वेळेस पुढला बाष्पमार्ग उघडा राहतो, आणि त्यांतून वाक तुंब्यांत उतरते त्यामुळे दट्चावर थप्पड वसून तो मार्गे येतो त्या-वेळेस उघडी ३ न्या आकृतींत दाखविल्याप्रमा-णे सरकते, त्यामुळे ड ( झणजे मागाचा ) मार्ग उघ-डा पडून त्या वाटे तुंब्याच्या मागल्या तोडांत वाक भरते. येथे असें दिसून येईल कीं, उघडीच्या कमाण-दार भागाने पुढला बाष्पमार्ग आणि श्वासमार्ग झांकले जाऊन पूर्वी जी तुंब्याच्या पुढल्या तोडावाटे वाक आंत भरली असेल ती पुंहा क द्वारावाटे श्वासमागांतून हवेत जाईल. उघडी आळीपाढीने मार्गे पुढे सरू ला-गेल त्या वेळेस, वाक पुढल्या तोडाकडून आंत भरून दुसऱ्या तोडावाटे वाहेर पडेल. द्याप्रमाणे उलट सुलट किया घडू लागेल.

प्र० २७-उघडी वाफेस तुंब्यांत घेते आणि वाहेर घालवून देते हें सांगितले, परंतु ती वेळच्या वेळीं मार्गे पुढे कशी सरकते?

उ०-ही लति एका विषम केद्रिय चक्राकडून साधून घेतली आहे. हें चक्र व त्याची मुज ६ व्या आक-

तींत दाखविलीं आहेत. ह्या विषम कोंद्रिय चकास धांव असते ती त्यावर स्थायिक असून चक मात्र तिच्या आंत किरते, वर सांगितलेली जी भुज आहे तोच ह्या धांवेस अचळ ठेवते. असें नसते तर चकावरोवर धांवही फिरती; परंतु येथे तसा प्रकार घडत नाही. ही धांव वारंवार साफ करण्याकरतां काढून ध्यावी लागते. झणून तिचीं दोन अर्धे करून बसविलीं आहेत; ती आडच अयवा सईल करणे झाल्यास मळसूत्रे फिरवावी. हिच्या एका अर्धास भुज बसविली आहे, व विषम कोंद्रिय चाक आंसास जोडलें आहे. ६ न्या आळतीच्या रचनेवरून रपट रीतीने दिसून येईल कीं, विषम कोंद्रिय चाक धांवेच्या आंत किंवू लागले झणजे धांवेस जोडलेच्या भुजेस मागें पुढे होण्याची गति येईल. त्यांत भुज पुढे जाईल त्या वेळेस ह्या विषम चकाची मोठी वाजू पुढे असेल, आणि भुज मागें येते वेळीं लहान वाजू पुढे होईल. आतां ह्या भुजेचा संबंध एकदम उघडीशी ठेवला झणजे उघडीही मागें पुढे सरकूं लागेल; परंतु आगगाढीच्या यंत्रांत हें विषम कोंद्रिय चक भुजेच्या पातळींत राहत नाही. उघडी वर आणि विषम कोंद्रिय चाक खालीं असें असते, झणून त्यांची पातळी राखण्याकरतां मध्ये एक उभा दांडा एका आंसावर बसवितात त्याच्या खालच्या टोकास वर सांगितलेल्या भुजेचे दुसरे टोक जोडलेले असते आणि त्याच्या दुसऱ्या ( झणजे वरच्या ) टोकास दुसरा एक अलाहिदा दांडा जोडलेला असतो ( हा म अक्षरानें दाखविला आहे ) व त्याच्या दुसऱ्या टोकाचा संबंध उघडीस केलेला असतो. २ न्या आळतींत हा उभा

दांडा र र द्या अक्षरांनीं दाखविला आहे. द्यास इंग्रजीत राकर (डोल्पा किंवा डोलणारा) असें झणतात. विषम केंद्रिय चक्राकडून राकरास मिळणाऱ्या झोँक्याची दुसरी दिशा शून्यांच्या ओळीनें दाखविली आहे. (आठूति २ री पाहा) द्यावरून उघड दिसून येईल कीं, आंस स आणि विषम केंद्रिय चक्र ग हीं फिरलीं झणजे राकरास झोँकाकार गति मिळेल आणि ती वर सांगितलेल्या उघडीस मिळवून दिली झणजे उघडी वेळच्या वेळीं मागं पुढे सरेल.

### भाग ३.

#### हवा आणि वाफ द्यांच्या शक्तीविषयी.

Forces of Air and Steam.

##### प्र० २८—हवेचा दाव झणजे काय ?

उ०—हवेचा दाव झणजे तिची वजनशीक होय; आणि ती ज्या ज्या विंदूवर राहते त्या त्या सर्व विंदूवर तिचा दाव पडतो. पृथ्वीच्या गोळ्यासमोळतो ५० मैल जाढीचें हवेचें वेष्टण आहे त्याचप्रमाणें तें सर्व पदार्थावर आहे आणि हवेस वजन आहे झाणून तिचा दाव सर्वावर पडतो.

##### प्र० २९—हवेस वजन आहे झाणून सांगितले, परंतु तें कसें सिद्ध करून दाखवितां ?

उ०—हे सिद्ध करून पाहणे असल्यास एक रवराचा हवेने भरलेला फुगा वजन करावा, आणि त्यातून

हवा काढून तो पुन्हा वजन करावा, लग्नजे त्याचें वजन दुसऱ्या वेळी कभी भरेल. मात्र हा चमत्कार सूक्ष्म रीतीनें पाहिला पाहिजे; परंतु कुणा मोठा लग्नजे हजार घागरी पाणी राही इतका असेल तर हा चमत्कार नुस्ता डोळयांनी देखील समजून येईल, व द्याचप्रमाणे पुढंही जाणावे.

**प्र० ३०—आपल्या शरीरास हा दाव कां समजून येत नाही?**

ठ०—द्याचें कारण असें आहे कीं, हवा आपल्या शरीराच्या सर्व वाजूवर सारखी पडून तो एका वाजूनें जितकी आपणास दावते तितकीच ती दुसऱ्या वाजूनें दावते, लग्नून अनेक दिशांकडून पडणारे दाव परस्परांत सम्यता राखतात, लग्नन तो दाव आपल्या शरीरास समजून येत नाहीं; परंतु द्या सम्यतेत फरक पडला तर त्यापासन अनेक चमत्कार घडून येतात. उदाहरणार्थ—एका तोंडास वंद असलेल्या अशा नवीनतून हवा तोंडांत ओढून घेतली तर, नवीनत जीभ भरते, लग्नजे नवीन जिभेस चिकटते दुसरा प्रकार असा आहे कीं, कमावलेल्या चामड्याचा तुकडा साधारण अवस्थेत असतां तो कशासही चिकटत नाहीं; परंतु त्यात ओला करून गुळगुळीत आणि सपाट दगडावर आंथरून खूप दावून वसविला तर, तें चामडे वर उचलू गेल्यास तें दगडासहित उचलेल. तिसरा प्रकार असा आहे कीं, एक तोड द्रवांत बुडाले आहे अशा नवीच्या दुसऱ्या तोंडावाटे हवा तोंडांत खेचून घेतली तर द्रव वर चढून तोंडांत येतो. हे चमत्कार हवेच्या दावानेच घड-

तात. त्यापैकीं पहिल्या चमकारांत, एका गजूच्या हवेच्या दावानें मनुष्याची जीभ नळीत भरते, दुसऱ्यांत हवेचा दाव चामडशावर पडून तें दगडास चिकटांत, आणि तिसऱ्यांत हवेचा दाव द्रवावर पडून तो द्रव नळीत वर चढतो. द्या दावास वातावरणाचा दाव असें लगतात.

**प्र० ३१—वातावरणाच्या दावाचे प्रमाण काय आहे व तें कसें मापतात?**

उ०—हे दर एक चौरस इंचावर मापतात, आणि तें पृथ्वीच्या दर एक चौरस इंच जाग्यावर १५ पौंडांच्या वजनाचें असते. उदाहरणार्थ ७ व्या आळींत दाखविल्या प्रमाणे आपल्याजवळ एक अ तुंवा आहे त्यांत वायुनिरोधक असा व दटचा असून त्याचें क्षेत्रफळ एक चौरस इंचाचें आहे असें ग्रहण केले आणि जर त्या तुब्यांतील दटचाच्या वरच्या बाजूवरची हवा काढून टाकली तर दटचाच्या खालील हवा त्यास वर सरकवील; ती इतक्या जोरानें कीं, त्या दटचावर (आळींत दाखविल्या प्रमाणे) १५ पौंडांचें ओळं लादलेले असले तरी तें ती उठवू शकेल. मात्र दटचा तुब्यांत निष्प्रतिवंध फिरता असावा. परंतु पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर चढत अगर उतरत गेल्यानें द्या दावांत तकावत पडू लागते. द्याचें कारण असें आहे कीं, सपाईपेक्षां उंचवटचावर हवा पातळ असते आणि खाणींत ती सपाई-

---

१. वास्तविक रीतीनें तें १४. ७ पौंड असतें; परंतु प्रचारांत तें १५. पौंड धरणे आहे.

येतां अधिक दाढ असते लक्ष्णन दावांतही केरफार होतो.

प्र० ३२—वाफ लक्षणजे काय ?

उ०—वाफ हे पाणी असून ते उष्णतेच्या योगानें वायुरूप होतें, व सर्व ऋतुंमध्ये पाण्याच्या पृष्ठभागावरून कण उडून त्यांचीं ढगे बनतात; परंतु हा प्रकार केवळ मंद उष्ण मानावर घडतो तो केवळ पाण्याच्या पृष्ठभागावरच घडतो. परंतु २५° अशांच्या उष्ण मानावर पाणी भांडशांत कढवले तर, पाण्याच्या गोळ्यांतील कण (जे भांडचाच्या तस पृष्ठभागावर राहिलेले असतात ते) वायुरूप होतात, आणि बुऱ्बु-डचांच्या रूपानें पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे येतात. आचमत्कारास आपण कढणे असें लक्षणां. परंतु एथें एक गोट सांगणे आहे ती ही कीं, आगगाडीच्या चिमणीवाटे जो पांढरा ढग अथवा गोळा निघतांना दिसतो ती खरी वाफ आहे असें समजू नये. पाण्याचे लहान लहान कण थंड हवेबरोवर मिळून ते पाहणारास ढगाप्रमाणे पांढरे दिसतात. खरी वाफ अदृश्य असते, लक्षणजे तीस रंग नसतो. हे पाहावयाचे असल्यास ती जेव्हां चिमणींतून वाहेर पडते तेव्हां चिमणीकडे सूक्ष्म रीतीने लक्ष लाविल्यास चिमणीच्या तोंडाच्या आते सानेध भागाजवळ वाफेचा प्रवाह दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं; परंतु जसजशी ती वर चढते तसवशी तींत थंड हवा मिळून तिचा पांढरा गोळा दिसूं लागतो.

प्र० ३३—उघडव्या भांडशांत पाणी कढविले तर काय होतें ?

उ०—त्याचें उष्णमान कांहीं वेळ वाढत जाऊन पुढे त्या पाण्याचें वाष्पीभवन होऊ लागते, व सरतेशेवटी कणांचे बुडबुडे निघून पृष्ठमागाकडे येतात आणि येणे कख्लन कढण्याची किया सुरु होते. पुढे कढणे सुरु झालें ह्याणजे त्याच्या बरोबर उष्णमान वाढत नाहीं, आणि सर्व पाणी कढून जाई तोपर्यंत ते जितक्याचे तितकेच असते. सारांश कीं, जर उष्णता जास्त लाविली तर, कढण्याची किया मात्र जलद घडेल, आणि थोडी लाविली तर, कमी घडेल. ज्या विदूबर वाष्पीभवन होते त्यास कढाचा विंदु असें ह्याणतात हा उष्णतामापक यंत्राने समजतो.

#### प्र० ३४ उष्णतामापक यंत्र ह्याणके काय ?

उ०—उष्णतामापक यंत्र (ज्यास इंग्रजीत थर्मो-तर असें ह्याणतात,) ह्याटले ह्याणजे एक कांचेची नळी असते त्या नळीस खालच्या बाजूस एक फुगा असतो, व तींत पातळ पदार्थ भरतात. ती नळी एका फळीस बसवन त्या फळीवर अंश मांडतात, त्या अंशांच्या योगाने तो पातळ पदार्थ किती प्रसरण पावला (फुगला) हें कळते. ह्या यंत्रात वहूधा पाण्याची योजना करितात; कारण कीं, उष्णता जसजदी जास्त होते किंवा कमी होते त्या मानाने कमीजास्त आकुंचन किंवा प्रसरण पाण्याचेठायीं जसें सूक्ष्मपणे घडते तसें दुसऱ्या कोणत्याही पातळ पदार्थाच्या ठायीं घडत नाहीं. ह्या फळीवर जे अंश मांडलेले असतात त्यांपैकीं एकास कढाचा विंदु आणखी एका अंशास यिजण्याचा विंदु असें ह्याणतात. कढण्याच्या विदूचा असा अर्थ

आहे कीं, पारा प्रसरित होऊन त्या विंदुपर्यंत चढण्यास त्याच्या अंगों जितकी उष्णता लागते तितकी उष्णता पाण्यांत शिरली असतां तें कढूळ लागते. आतां पिज-प्याचा विंदु ल्हणजे पाण्यांत जितकी उष्णता असतां तो आकुंचित होऊन त्या विंदुपर्यंत उतरतो व तितकी उष्णतो पाण्यांत उरली असतां तें गोठूळ लागते. उष्णतामापक यंत्रे अनेक आहेत व त्याच्या शेवटच्या विंदुंत तमावत असते व त्या सर्वांवर अंशाही सारखे मांडलेले नसतात. फान्हेनैतचे उष्णतामापक यंत्र विलायतेत चालू आहे, सेटीयेडचे फ्रांसांत चालू आहे, आणि रुमरचे जर्मनीत आणि प्रुशियेत चालू आहे. पहिल्याचे ल्हणजे फान्हेनैतकृत उष्णतामापकाचे २१२ अंश केले आहेत आणि त्याच्या ३२० अंशांस थिज-प्याचा विंदु आणि २१२ व्या अंशास कढण्याचा विंदु असेही ल्हणतात. दुसऱ्या उष्णतामापकांत ल्हणजे सेटी-येडकृत थर्मोमिटरांत फक्त १०० अंश असतात. त्यांत जेथें शून्य असते त्या विंदुवर पाणी यिजते आणि १०० व्या अंशावर पाणी कढते आणि तिसऱ्या प्रकारच्या उष्णतामापकांत ल्हणजे रुमरकृत थर्मोमिटरांत फक्त ८० अंश असतात, त्यांत जेथें शून्य असते त्या ठिकाणी पाणी यिजते आणि ८० व्या अंशावर तें कढते. आकृतीत हीं कोष्टके फान्हेनैतच्या थर्मोमिटरांत काढून दाखविली आहेत. ( आकृति ९ पाहा. )

प्र० ३४-कढाचा विंदु कशावर अवलंबून असतो?

उ०-तो मुख्यत्वेकरून पाण्याच्या पृष्ठभागावरील हवे-

च्या दावावर व कांदीं अशीं पाण्याच्या स्वच्छतेवर अवलंबून असतो. जसें, जे कढणे २१२ अंशांच्या उष्णतेवर साधारण वातावरणीय दावाखालीं घडतें तेच पर्वताच्या शिखरावर सखल जमिनीपेक्षां कमी उष्णमानावर घडते. निर्वात नळींत साधारण हाताच्या उष्णतेने देखील पाणी कढते. त्या वेळेस ९२ अंशांची उष्णता हाताकडून त्यास मिळते.

**ग्र० ३५—उघडया भांडयांतून जेव्हां वाफ वोहर पडते तेव्हां तिचा दाव किती असतो?**

उ०—तिचा दाव ज्या वातावरणांत कढण घडो त्या वातावरणाच्या दावाइतकाच असतो. व्यवहारांत हा दाव १५ पौंडांचा आणि कढाचा विंदु २१२ अंशांचा असें मानिले आहे, तथापि जर आपण पर्वतावर (लणजे जेथें दर चौरस इंचाच्या जमिनीवर १० पौंडांचा वातावरणाचा दाव असतो तेथें) जाऊन पाणी कढविले तर १९३.३ अंशांच्या उष्णमानावर कढते व त्यांतून जी वाफ वोहर पडते तिचा दाव तेथील वातावरणाच्या दावाइतका (झणजे १० पौंडांचा) असेल. आणि द्याच्या उलट कृति करून झणजे खाणींत जाऊन पाहिले तर २२८ अंशांची उष्णता लागे तोंपर्यंत पाणी कढणार नाही. कारण सपाटीपेक्षां तेथें वातावरणाचा दाव भारी झणजे दर चौरस इंचाच्या जमिनीवर २० पौंडांचा दाव असेल, झणून पाण्यांतून द्या ठिकाणीं जी वाफ निघेल तिचा दाव २० पौंडांचा असेल. द्या तीन प्रयोगांत तीन प्रकारची भिन्नता आहे ती अशी की, १५पौंड सपाट जमिनीवर दर चौरस इंचास वातावरणाचा

दाव १५ पौंड असून तेथें पाणी २१२ अंशांवर कढते, आणि पर्वतावर तें १९३.३ अंशांवर घडून तेथील वातावरणाचा (दर चौरस) इचास १० पौंडांचा दाव असतो आणि खाणीत तो दर चौरस इचावर २० पौंडांचा दाव असून तेथें पाणी २२८ अंशांच्या उष्णमानावर कढते.

प्र० ३६—जर वंद भांडयांत पाणी घालून कढविले तर काय होते?

उ०—अशा वंद भांडयांतील वाफ प्रथम पाण्यांतून निघून पाण्यावरील पोकळोत भरते, आणि जर तीस वोहर पङ्क न दिले, तर तिचा दाव जास्त होत जाते, आणि त्या पाण्याचे आणि वाफेचे उष्णमान दावावरोवर वाढत जाते, आणि जोपर्यंत उष्णमान वाढत जाते तोपर्यंत दाव वाढत; तो एथपर्यंत वाढत जातो कों, शेवटीं त्या दावाने भांडे फुटून वारु वाहेर पडते. त्याचप्रमाणे जितका जितका वाफेचा दाव वाढत जातो, तितका तितका कढाचा विंदु त्याजवरोवर वाढत जातो.

दुसरी एक गोष्ट अशी आहे कों, प्रत्येक अंशाच्या उष्णमानास नियमित पौंडांचा दाव असतो, जितकै पाण्याचे उष्णमान वाढतें तितका वाफेचा दाव वाढत जातो. जसें, २१२ अंशांच्या उष्णमानावर वाफेचा दाव वातावरणाच्या दावावितका असतो. २४० अंशांच्या उष्णमानावर २५ पौंडांचा दाव मिळतो. एथे आतां हा दाव वातावरणाच्या दावापेक्षां १० पौंडांनी जास्त आहे, आणि द्याचप्रमाणे पुढे २८१ उष्णतेवर ५० पौंडांचा ३२८ अंशांच्या उष्णतेवर तिचा दाव

१०० पैंडांचा असतो. शेवटी इतकेंच सांगणे आहे कीं, जसे उष्णमान वाढत जाईल तसा दावही वाढत जाईल.

वारेत पाणी असतें तेव्हां तीस भिन्न वाफ असे हणतात, आणि तीन जेव्हां तें नसें त्या वैक्लेस तिळा शुष्क ( अथवा तस ) वाफ असे हणतात.

**प्र० ३७-वाफेचा दाव कसा मापतात ?**

उ०-हा वातावरणाच्या दावाप्रमाणेंच दरएक चौरस इंचावर मापतात. हा दाव मापण्याचा प्रकार असा आहे कीं, ( आ. ९ पाहा ) द्या आळतीच्या रचनेत अहा तुंवा होय, द्यांत व दटचा खेळतो, द्या दटचाखालीं आतां वाफ सोडली तर ती पंधरा पैंडांचा दाव देईल, हणजे तिचा दाव वातावरणाच्या दावाइतका असेल. पुढे वारेचा दाव वाढवून तिंगे १५ पैंडांचे वजन उचलेल हणजे तिचा दाव ( १ चौरस इंचास ) ३० पैंडांचा असेल, प्रचारांत वाफेचा दाव वातावरणाच्या दावापेक्षां जास्त ठेविला पाहिजे, तेव्हां आपले कार्य होते. ही गोष्ट प्रयोग-द्वारा सिद्ध करून घेणे असल्यास ८ व्या आळतीत दाखविल्याप्रमाणे एक तुंवा घेऊन ३० पैंड शिकस्त दावाची वाफ दटचाखालीं सोडली तर, ती फक्त १५ पैंडांचे वजन उठवील. द्यावरून स्पष्ट दिसून येते कीं, प्रथमत: तीसवातावरणीय दावावरोवर सामना करून नंतर तिची शक्ति दृष्टोत्पत्तीस येईल. तेव्हां वरील उदाहरणात जरी ३० पैंडांच्या शिकस्त दावाची वाफ सोडली आहे तरी तिच्याने ३० पैंडांचे वजन उठवले जाणार

नाहीं हें विहितच आहे. सारांश की, तिच्यांतील १५ पौँडांची शक्ति वातावरणाच्या दावाची वरोवरी करण्यात खर्च होउन वाकी राहिलेल्या १५ पौँडांच्या दावानं ती १५ पौँडांचे वजन उचलील, आलूंत हा प्रयोग त्यष्ट करून दाखविला आहे. वाफेच्यामध्ये वाफेच्या दावाचे माप वातावरणाच्या दावानंतर धरतात, ह्याणजे ८ व्या आलूंतोल व दट्चाखालीं वाफ सोडून तिणे १५ पौँडांचे वजन उठविले तर तिचा दाव एक चौरस इंचास १५ पौँडांचा आहे असे आपण समजावे. तिणे ५० पौँडांचे वजन उठविले तर, तिचा दाव ५० पौँडांचा (दर चौरस इंचास) आहे असे समजावे, व द्याप्रमाणे पुढेंही ह्यांत वातावरणाचा दाव हिशोवांत घेत नाहीत, आणि हा दाव मापण्याचीं जीं यंत्रे केली आहेत त्यांतही वातावरणाचा (१५ पौँडांचा) दाव गाठला आहे, ह्याणन पुढे दावाचीं मापे वगैरे सांगेवेळीं शिकस्त दावाच्या ऐवजीं अवश्य दाव ह्या संज्ञेचा उपयोग केला आहे.

#### प्र० ३८—वाफेचे प्रसरण ह्याणजे काय ?

उ०—प्रथेक वायुरूपी पदार्थांतील कणांच्या दरम्यान प्रतिसारक धर्म असतो ह्याणन कोणताही वायुरूपी पदार्थ (प्रमाणाने) लहान असला तरी तो भांड्यांत टाकल्यावरोवर भाडे भरून टाकतो, आणि हाच धर्म वाफेचा अंगीं आहे, ह्याणन तीस भांड्यांत घातले ह्याणजे ती तें भाडे भरून टाकते, त्यामुळे भांड्याच्या सर्व बाजूंवर तिचा दाव पडतो. ह्या प्रसरणशक्तीस वाफेचा दाव असे ह्याणतात. ह्यास उदाहरण—८ व्या

आळतींतील अ तुंबा ३० पौऱांच्या दावानें अर्धा भरला  
आणि वाकेचा ओघ क तोटी किरवून बंद केला तर  
आंत भरलेली वाफ दटचास वर चढवील. मात्र तिची  
शक्ति दुसरीं कांहीं कारणे आहेत त्यांपासून कमी होत  
जाईल. तीं कारणे पुढे सांगू-

प्र० ३९—वाकेचे माप लणजे काय?

उ०—वाकेचे माप लणजे ती जितकी जागा व्यापून  
राहते तें-

प्र० ४०—वाकेचे मापांत आणि दावांत काय  
भेद आहे?

उ०—जर उष्णता तितकीच असेल तर, त्या दोघां-  
तील प्रमाण व्यस्त असेल, लणजे जों जों एक वाढत  
जातें तों तों दुसरें कमी होत जातें. ९ व्या आळतीं-  
तील तुंब्यांत १ चौरस इंचास ३० पौऱांच्या दावाची  
वाफ सोडली आणि पुढे क मळसूत्रानें तिचा पुरवठा  
बंद केला आणि दटचा लोटण्याकरितां तीस दुप्पट प-  
सऱ्ह दिलें तर, वाकेचा दाव फक्त १५ पौऱांचा असेल,  
आणि तीस तिष्ठट पसऱ्ह दिली तर झाहीपेक्षां कमी  
( लणजे १० पौऱ अथवा  $\frac{1}{2}$  ) होईल. हिशोव कर-  
तांना अवश्य दाव न निघतां शिकस्त दाव मात्र वरोवर  
रीतीनें निघतो, अवश्य दाव काढणे झाल्यास शिकस्त  
दाव धरून हिशोव करावा, आणि त्यांत वातावरणाचा  
दाव वजा करावा. वाकी राहील तो अवश्य दाव असेल.  
वर सांगितल्याप्रमाणे वाफ पसरल्यानंतर जर दटचा  
पुनः खाली चॅपून वाकेस पूर्विकाणीं आणू झटलें तर,

ती खाली होण्यास तीस पैंडांच्या वजनाचें दडपण ठेवावें लागेल, मात्र उष्णतेचा न्हास न व्हावा.

ग्र० ४१—दिलेल्या दणक्यावरून कोणत्याही दिलेल्या ( वाफ पसरल्यानंतर ) कटाफे विंदूवर शिकस्त दाव कसा उरवितात ?

उ०—दणक्याच्या आरंभाच्या विंदूपासन कटाफ विंदूपर्यंतच्या अंतराने, तुंब्यांतील दर चौरस इचाच्या शिकस्त दावास ( वाफ प्रसरित झाल्यानंतर ) गुणून त्या गुणाकारास दणक्याच्या एकंदर लांबीने भागावे, झाणजे भागाकार नक्की दाव असेल. उदाहरणार्थ,— आपणापाशीं एक तुंवा आहे कीं, ज्याच्या दटशाचा दणका २४ इचांचा, आणि वाफेचा दाव १० पैंडांचा आहे असे ग्रहण करून जर, ८ इचांवर वाफ कटाफ करून गेल्यास रीतीप्रमाणे.—

$$\frac{90 \times 6}{24} = 30 \text{ पैंडांचा दाव कटाफ विंदूवर}$$

असेल.

आतां जर आपण १०।१२ आणि १५ इचांवर वाफ कटाफ करीत गेलो तर अनुक्रमे ३७६; ५० आणि ५६६ ही इतका शिकस्त दाव असत जाईल. आतां द्यां-

१. तुंब्योत दटशा जितक्या अंतरोत सेळ्हतो त्या अंतरास दटशाचा दणका असें द्याणतात. आंसाच्या मध्यापासून पाऊच्या खुटीच्या मध्यापर्यंत जितके अंतर असते त्या अंतराच्या दुप्पट दटशाचा दणका असतो.

२. कटाफ द्याणजे तोडणे. हा इंग्रजी शब्द पत्त्याच्या सेळ्हात फार प्रसिद्ध आहे आणुन तोच येथे लावला आहे.

त वातावरणाचा दाव वजा करून कावी रहील तो अवश्य दाव असेल.

प्र० ४२—वाफेचे आणि ती ज्या पाण्यापासून उत्पन्न हेते तें पाणी ह्यांत काय प्रमाण आहे?

उ०—वातावरणाच्या (१५ पौँडांच्या) दावावर पाणी हे आपल्या प्रत्येक घन इंचास १६१० घन इंचांची वाफ तयार करते. ३० पौँडांच्या शिकस्त ( ळणजे दुप्पट ) दावावर ते, ८८८ घन इंचांची वाफ तयार करते, आणि ६० पौँडांच्या शिकस्त दावावर ते, ४३७ घन इंचांची वाफ तयार करते असा नियम आहे. सारांश की, जितका वातावरणाचा दाव अधिक तिवकी वाफ कमी उत्पन्न होत जाईल.

प्र० ४३—हे व्यस्त प्रमाण सांगितले तें खरे आहे, परंतु ह्यांत तफावत पडते ती काय झाणून?

उ०—द्याचे कारण असें आहे की, ज्याप्रमाण दाव वाढत जातो त्याप्रमाणे कढाचा बिंदूही वाढत जातो. ह्या मुळे अशा उंच दावावर उत्पन्न झालेल्या वाफेचे उष्णमानही जास्त असते. पूर्वी वापुरूपी पदार्थ उष्णतेने प्रसरण पावतात ळणून सांगितले आहे, त्या धर्मावरून व्यस्त प्रमाणापेक्षां दाव कांहींसा मोठा असतो.

प्र० ४४—वाफेचे घनीभवन ळणजे काय?

उ०—वाफेचे घनीभवन ळणजे वाफेस थंड करून तिचे पाणी करणे; अथवा तिच्यांतली उष्णता काढून घेणे. वर सांगितले आहे की, सांगितलेल्या दावाची वाफ तयार करण्यास पाण्याचे उष्णमान नियमित बिंदूपर्यंत वाढवावे लागते, आणि आतां तीच किया उलट केली

झणजे वारेचे घनीभवन होते. जों जों वाफेतील उष्णता कमी करीत जावे तों तों तिचे पाणी होऊन अखेर वर्फ बनते, आणि त्याचा दाव जितकी उष्णता काढली असेल त्या मानाने कमी अगर जास्त होतो. वातावरणीय दावाखाली २१२ अशांखाली उष्णमान उतरल्यास एकंदर वाफ थंड होते. सारांश कीं, जितका उष्णतेचा झास होईल तितकी वारेची शक्ति कमी होईल.

## भाग ४.

काम, धमक आणि उष्णतेची यांत्रिक सम्मुळ्ये ह्यांविषयी.

On Work, Energy and the Mechanical equivalent of Heat.

प्र० ४५—वाफयंत्रे कोणत्या कामास लावतात?

उ०—वारेची यंत्रे गति उत्पन्न करण्यास लावतात. ती गति देऊ लागली झणजे त्यास जो विरोध आणतात त्यास काम असे झणतात. जसें—मालाच्या डब्यांतून व्यारींत धान्य चढविण्याकरितां जे यत्र आपण योजतों त्यांने यारींस गति दिली पाहिजे; ती गति धान्याच्या वजनाने कमी होईल. जर त्यास लांकूड कापण्यास लावले तर, त्यांने करवतीस गति दिली पाहिजे. ती गति लांकडाच्या तंतुंनी कमी होते. आणि त्यास गाडचांची माझ ओढण्यात लावले तर त्यांने त्या माळेस गति दिली पाहिजे; ती गति हवेनें, चाकाच्या आणि आंखाच्या पर-

स्पर घर्षणाने आणि रुठावरून चालण्याने कमी होते. गति उत्पन्न होत असतां तीस वर सांगितल्याप्रमाणे विरोध आणिले झणजे तें यंत्र काम करीत आहे असे झणतात.

प्र० ४६—हें काम मापतां येते काय?

उ०—होय; परंतु कोणतीही वर्तु झणजे लांकूड, रस्ता व वेळ हीं मोजण्याकरितां जशीं अनुक्रमे तसू, कोस आणि घटका हीं मांऱ धरलो आहेत, त्याचप्रमाणे वारेचे काम मोजण्याकरतां विलायतेंत एकं केले आहेत. तो एकं १ पौंड वजन १ फूट वर उचलण्याच्या शक्ती-इतका असतो. जर १ पौंड वजन दोन फुटीवर उचललेत तर, दोन फूट पौंड झाले असे झणतात. १ पौंड वजन ३ फुटीवर चढविल्यास ३ फूट पौंड झाले असे झणतात, आणि द्याच प्रमाणे पुढेही झालेल्या कामाचे माप काढण्याकरितां जितकी गति उत्पन्न झाली असेल तीस फुटीचे ठिकाणी आणि त्या फुटीस जितका विरोध दिला असेल त्यास पौंडांच्या ठिकाणी घेऊन दोहोचा गुणाकार करावा. गुणाकार येईल तितक्या फुट पौंडांचे काम झाले असे समजावे.

प्र० ४७—पाईल ड्रायविंग यंत्राने १२०० पौंडांचे वजन २४ फुटीवर उचललेत तर, त्याचे किती फूट पौंडांचे काम होईल?

उ०— $1200 \times 24 = 28,800$  फूट पौंडांचे काम होईल.

१. पाईल ड्रायविंग द्याणून एक वाफयंत्र आहे, तें जमिनीत लांकडे रोवण्याकडे लावतात.

प्र० ४८—हें वजन पाईल ड्रायर्विंग यंत्रानें वर उचल्यानंतर, तें वजन उचलण्याकरितां जो जोर लागतो, तो जितक्याचा तितकाच राहतो किंवा कमी होतो ?

उ०—तो कभी होत नाहीं; कारण कीं, द्या वजनास त्या जोराइतके काम करण्याची शक्ति जात्याच असते. ही शक्ति तें खालीं पडण्याच्या वेगापासून उत्पन्न होते. वजन खालीं पडत असतां त्याच्या वेगापासून जी उपयुक्त शक्ति मिळते तीस धमक असें हणतात. यंत्राच्या माध्यापर्यंत जाऊन तेथें थांबल्यानंतर त्यास गति उत्पन्न करण्याची जशी शक्ति असते तशी, तें जमिनीवर पडून राहते त्या वेळेस ती नसते. कारण टांगून टेवलेल्या वजनास गति असणे जरूर आहे. लणून द्या गतीस भावी गति असें हणतात. कारण कीं, वजन खालीं पडूं दिलें तर, जों जों तें खालीं घेत जातें तों तों त्याचा वेग दृष्टेव्यतीस घेतो, आणि त्याची पहिली भाविक शक्ति जाऊन त्यास वास्तविक धमक घेते.

प्र० ४९—गाडीचा आंस फिरत असतां कढत होतो, गतिरोधक थांबळले त्यांने त्यांचे टोकळे कढत होतात. धातूचा तुकडा हत्यारानें काणीत असतां हत्यार कढत होते आणि धणानें टोकीत असतां धातु कढत होते ह्याचें कारण काय ?

१. गतिरोधक हें नाव आगगाडीस द्या ब्रेकाच्या गाड्या मार्गे युद्धे ओढीत असतांत त्यास दिलें आहे; कारण त्या गाड्यात गतिरोधक यंत्र डेविळे असतों.

उ०—गतीची जी वास्तविक धमक पूर्वी सांगितली आहे तिचे रूपांतर उष्णतेत होऊन त्यामुळे वर सांगितलेले पदार्थ कढत होतात, अनेक विद्वानांनी असाच सिद्धांत करून ठेविला आहे.

प्र० ५०—धमकीची उष्णता आणि उष्णतेची धमक करितां येईल काय?

उ०—होय; हीं एकमेकांत रूपांतर पावतात.

प्र० ५१—एक फूट पैंडाचे काम करण्यास किती उष्णता लागते हे कवळे आहे काय?

उ०—होय; फार सूक्ष्म अनुभवावरून असें ठरले ओहे कीं, एक पौंड वजनाचे द्रव पाणी फाहेन्हैत थर्मो-मेटराच्या एका अंशावर चढविण्यास जितकी उष्णता लागते ती ७७२ फूट पैंडांच्या कामावरोवर असते. हे सामूल्य काल्पनिक आहे, प्रचारांत उष्णतेचा न्हास होतो छणून त्या ठिकाणी हे माप वरोवर राहत नाहीं.

प्र० ५२—आतां उष्णतेचे रूपांतर कामांत आणि कायाचे उष्णतेत होतें तर वाफेची उष्णता तुंड्यांत घालून तिचे तेयें रूपांतर कामांत आणि कामाचे उष्णतेत होईल किंवा नाहीं?

उ०—होय; हे अनुभवून पाहणे असल्यास एक तुंबा घ्यावा आणि द्या प्रयोगाची किया स्वरूप करून पाहण्याकरितां त्याच्या व दटचाखालीं मिश्र वारु सोडून ( ल. १०० पैंडांच्या दावाने ) त्यांस अर्धा भरावा, आणि तो निर्वातस्थलीं आहे अशी कल्पना करावी. आतां त्या वाफेस दुप्पट पसरूं दिली आणि पुनः तोच प्रयोग त्या

एका चौरस इंचाच्या दट्ठावर पञ्चास पौन्डांचे वजन टेबून केला तर, पूर्वीच्या प्रयोगपेक्षां ह्यांत वारेची उण्णता कमी होईल; परंतु असा कांहीं प्रकार पहिल्या प्रयोगांत नसेल की, ज्यांत ती कांहीं एक काम न करितां पसरली होती. हावरून असें दिसून येते की, उण्णेचा कांहीं भाग तीस कामास लावल्याने कमी होतो, अथवा तिचे रूपांतर कामांत होते. वाफ पसरून तिने वजन उचलल्यानंतर जर दट्ठा दाबून पूर्विकाणीं नेली तर, तिचे उण्णमान पूर्वी इतके असेल; कारण की ज्यावेळीं तीस खालीं दडपण्याचा प्रयोग केला त्या वेळीं तिजकडून काम मिळून, त्या कामाचे रूपांतर उण्णेत झाले. हवा दावण्याचीं जीं यंत्रे असतात त्यांत हे वरील चमत्कार दिसून येतात. हणजे तीं जेव्हां हवा चेपू लागतात तेव्हां त्यांचे उण्णमान इतके वाढते कीं, त्या यंत्राच्या तुंब्यासमोवरीं थंड पाणी राखावें लागते.

### प्र० ५३-वाणीभवनाची अनुदूत उण्णता ह्याणजे काय?

उ०—अनुदूत उण्णता ह्याणजे घनपदार्थाचा पातळ पदार्थ अथवा पातळ पदार्थाचा वायुरूप होत असतां पुष्कळ उण्णता गुप्त होते, ती त्या त्या पदार्थाच्या अवस्थ्या वदलण्याच्या कामांत खर्च होते व ती समजुतोस येत नाहीं, ह्याणून तीस अनुदूत उण्णती ही संज्ञा दिली आहे. ही उण्णता कशी गुप्त होत असतेहें पहाणें असल्यास, ३२ अंशापेक्षां कमी उण्णता ज्याची आहे असा एक वर्फाचा तुकडा घेऊन तो दिव्यावर धरला तर त्या वर्फात उण्णता अधिक होत जाईल, आणि ती वाढतां

वाढतां ३२ अंशांवर आली लग्जे वर्फ वितळूं लागेल; परंतु सगळे वर्फ वितळे तों पर्यंत ती ३२ अंशांपेक्षां जास्त होणार नाहीं. असें जीरी आहे तरी नवी उष्णता वर्फांत येत नाहीं असें समजूं नये. कारण की, सर्व वर्फ वितळून जाई तों पावेतों त्यास दिव्यावर धरावें लागते. लग्नून त्यांत क्षणोक्षणीं उष्णता भरत असते हें सिद्ध आहे. मात्र ती उष्णतामापक यंत्रांत समजत नाहीं; द्याचं कारण असें की, ती वर्फाशीं रसायनरीत्या संयोग पावलेली असल्यामुळे यंत्रांतील पारा कुगत नाहीं. द्या-संयोगापासून पाणी हा मिश्र पदार्थ तयार होतो.

## उघडी.

Slide- Valve.

प्र० ५४- तुंभ्यांत बाख्याशयांतून वाफ सोडण्या-करितां उघडी केली आहे तरी तिजपासून वेळच्या वेळीं वाफ कशी मुटने ?

उ०- हा प्रयोग लेखनद्वारा स्पष्ट करून दाखविण्या-स घोडगाशा आकृति काढून दाखवितों. त्या संवेधाने पूर्वी एक गोष्ट लक्षांत वागविली पाहिजे ती ही की, विषमके-द्रिय चाके आणि पाऊचा खुंटा, द्यांची गति एकसा-रखीच आहे लग्नून आकृति सोप्या करून दाखविण्याक-रितां विषमके-द्रिय चाकाच्या ऐवजीं पाऊ किंचित् लांव करून दाखविल्या आहेत. आकृति ११ वी पासून २४ वी पर्यंत द्या संवंधाच्या आकृति दाखविल्या आहेत. द्या आकृतींस पुढील प्रमाणे आहेत. लग्जे तुंवा १६ इंच

व्यासाचा, दणका, २४ इंचांचा, जोडकाटी १० कुर्बी-  
ची, वाष्पमार्ग १ हूँ इंच, श्वासमार्ग २ हूँ इंच, विषम केंद्रिय  
चाकाचा उडाव ३ इंच श्वाप्रमाणे आहेत. ११ व्या  
आकृतीत दृश्या मागल्या दणक्याच्या आरंभास उभा  
आहे, उघडी तिच्या वैटकीच्या मध्यस्थानी आहे, त्यामुळे  
विषमकेंद्रिय चाक आपल्या अधर्या उडावांत आहे. पाऊन  
वाणाच्या दिशेत किंचित फिरल्या आहेत. हणून पुढील  
वाष्पमार्ग उघडा पडला आहे. १२ व्या आकृतीत दृ-  
श्या ४ इंच मार्गे सरकला आहे, तेणेकरून उघडीने  
वाष्पमार्गात आणि श्वासमार्गात थोडे खुले करून दिले  
आहे. १३ व्या आकृतीत दृश्या ८ इंच मार्गे सरकला  
आहे आणि तेणेकरून मार्ग खुले पडले आहेत. १४  
व्या आकृतीत दृश्या आपल्या दणक्याच्या अधर्यावर  
(हणजे वारा इंचांवर) आला आहे. १५ व्या आकृतीत  
दृश्या १६ इंचांवर आहे आणि आतां उघडी परतप्या-  
च्या वेतांत आहे. १६ व्या आकृतीत २० इंचांवर दृ-  
श्या आला आहे श्वामुळे उघडीने पुढला वाष्पमार्ग आ-  
णि श्वासमार्ग वरेच वंद करून टाकले आहेत. १७ व्या  
आकृतीत दृश्याचा दणका पुरा होऊन उघडीने दोन्ही  
मार्ग अऱ्यां वंद करून टाकले आहेत. १८, १९,  
२०, २१, २२, २३, आणि २४ द्या आकृतीत दृश्या  
आणि उघडी हीं परत दणक्यांत जातांना दाखविलें आहेत,  
आणि तो दणका पुरा होई तोंपर्यंत वरील प्रकाराच्या  
उलट प्रकार द्यांत घेडल.

प्र० ५४—आगगाडीत मुख्य मुख्य भाग कोणते-  
आहेत?

उ०—आगगाडीं वाफ तयार करण्याकरितां एक तापक असतो त्यास गाडीवर वसतून त्या गाडीचीं चाके रुलांवर चालवितात, आणि हां चाके चालविण्याकरितां एक तुंब्याची जोडी लावतात.

प्र०५६ तुंबे यंत्र कसें चालूळूं शकतात?

उ०—त्यांचा संवंध चाकावरोबर ठेविलेला असतो लाणून चाके चकवत् फिरतात.

प्र०५७—चाके चकवत् फिरलीं तर काय होईल?

उ०—तीं एक तर रुलांवर जागचे जागीं वाटोलीं किरतील अथवा ज्या दिशेने तीं फिरत असतील त्या दिशेप्रमाणे आगगाडी मार्गे अथवा पुढे चालेल.

प्र०५८—चाके रुलांवर जागचे जागीं वाटोलीं फिरतील किंवा आगगाडी मार्गे अथवा पुढे चालेल ह्याचा अर्थ काय?

उ०—द्याचा अर्थ असा आहे कीं, चाकावर पाहिजे तितका भार नसल्यास तीं जागच्या जागीं किरतील, आणि त्यांवर पुरेसा भार असल्यास यंत्र मार्गे अथवा पुढे चालेल. (भार आणि ओढ ह्या भागांत द्याजवदलचे वर्णन विस्तारे करून दिले आहे तें पहा.)

प्र०५९—आगगाडीस दोन तुंबे लावण्याचे कारण काय?

उ०—एक तुंबा लावल्यास त्याची पाऊ मृतविदूवर आली झणजे यंत्र चालण्यास कठीण पडते.

प्र०६०—दोन तुंबे लावल्यानें ही अडचण कशी दूर होते?

**उ०**—एका आंसाच्या दोन शेवटांस वर आणिखालीं पाऊ लावल्यानें ही अडचण दूर होते, जेव्हां एक मृतविंदूवर असते तेव्हां दुसरी चाकेच्या पूर्ण शक्ती खालीं असते. मृतविंदूवरून जर एक पाऊ निघून जाती तर दुसऱ्या तुंब्याची गरज लागतीना. द्या अडचणी-स्तव दोन तुंबे लावणे भाग पडते. ज्या चाकांस पाऊ लावतात त्या चाकांस कामकरी चाके असें झणतात, आणि त्यांच्या आंसास कामकरी आंस असें झणतात. पाऊ चाकांस वाहेरल्या वाजूने लावतात. पूर्वीं पाऊ आंतळ्या वाजूने लावोत असत.

**प्र० ६१**—कामकरी, चाके आणि तुंबे हे कसे बसविले आहेत ?

**उ०**—आलूति अ, व, आणि क द्यांत द्यांची ठेवण दाखविली आहे, त्यांत अ हे तुंबे होत. हे यंत्राच्या पुढ-ल्या शेवटास बसविले थोहेत व हा मुख्य कामकरी आंस तुंब्यापासून व्याच अंतरावर मार्गे राखला आहे, द्या आंसाच्या पाऊच्या खुंटींत क जोडकाठी बसवून तुंबा आणि पाऊ द्यांचा संबंध राखला आहे.

**प्र० ६२**—आगगाडी मार्गे अथवा पुढे कशी चालते ?

**उ०**—यंत्र मार्गे पुढे होण्याकरितां दरएक तुंब्यास दोन दोन विषम केंट्रिय चाके लावलेलीं असतात, त्यांतून एक एक विषमकेंट्रिय चाक आगगाडीस पुढे नेते, आणि दुसरीं दोन मार्गे आणतात. विषमकेंट्रिय चाकांच्या भुजा सांगडीस खिळवून टाकल्या आहेत, आणि त्या सांगडी वर खालीं करून आगगाडीस पुढे मार्ग चा-

लावेतात. द्या सांगडी वर खालीं करण्याकरितां त्यांच्या टिकाणायासून तों गाडीवानाच्या बसण्याच्या टिकाणा-पर्यंत एक लांबचे लांव दांडा लावतात. हा दांडा दुस-न्या एका भुजेने पुढे अगर मार्ग लोटला क्षणजे सांगडी वर अथवा खालीं होतात. द्या भागास रहाटद्या असे क्षणतात. हा चालविष्णुची रीति दुसन्या एका भागात लिहिली आहे. आकृति व आणि क हांत ऊ, ऊ द्या अक्षरांनी रहाटचा दाखविला आहे.

**प्र० ६३—आगगाडीचा तापक व भट्टी हे भाग कसे बसविलेले आहेत.**

उ०—( आकृति व पाहा ) हांत ज ही भट्टी होय, हिच्या सभोवतीं पाणी भरलेले असते. प, प हा पोकळ नगारा, भट्टी आणि धुराढे क हांच्या दरम्यान बसविला आहे. अ अ हा नळद्या भट्टी आणि धुराढे हांचा संवंध ( नगाभ्याच्या पोकळींतून जाऊन ) राखतात. द्या नळचांच्या सभोवतीं पाणी असते. र र ही धूर वाहेर घालविष्णुकरितां चिमणी ( बंब ) होय. हीस धूम्रमार्ग असे क्षणतात.

**प्र० ६४—हे भाग कशासाठीं केले आहेन ?**

उ०—ज, भट्टी सर्पण जाळण्याकरितां आहे. तीस आंतोल आणि वाहेरील अशीं दोन कवचे आहेत. द्या दोन कवचांच्या दरम्यान पाणी साठविलेले असते.

( आकृति व पाहा ) हीत व व ही गजाची जाळी आहे, त्या गजांच्या अंतरांतून हवा येते ती दहनास म-दत करते. क हें भट्टीचे दार होय, त्यांतून सर्पण टाकले क्षणजे तें गजाच्या जाळीवर पडते. डं डं हें रक्षा-

कुंड आहे. गजांच्या जाळीतून राख पडावी झणून त्यास भट्टीखालीं वसविलें आहे. ने ने, हे रक्ताकुंडास लहान दरवाजे केले आहेत द्यांच्या साद्यानें हवा विस्तवांतून काढतां अगर घेतां येते.

प प द्या आडव्या नगांन्यांत पाणी भरलेले असते. हा, व भट्टीवरील कवच्यांच्या मधील पोकळ जागा ही एकच आहे आणि द्या सर्व भागास तापक असे झणतात. द्या नगांन्यांतून सुमारे शांभर पासून दोनशें धूम-नलिका असतात. द्या नव्या सुमारे अकरा फुटी लांब असतात आणि त्यांचा व्यास दोन इंचांचा असतो. मात्र तो दोन इंचांपक्षां कमी नसावा, नाहीपक्षां अर्धवट जडलेल्या कोळशाचे तुकडे अडकून बंद त्या पडतील. द्या नव्या भट्टीतला धूर वाहेर नेतात, तेंगकरून दहन चांगले होते. द्या नव्या लहान व्यासाच्या असव्या कारणाने भट्टीतून जाणाऱ्या धुराचे अनेक ओघ होतात, त्यामुळे नव्यांच्या आजूबाजूवरील पाणी त्वरित कढत होते. द्या नव्यांच्या ऐवजीं एकच मोठा नळ वसविला असता तर पाणी लौकर तापतेना, परंतु अनेक नव्या केल्याने तस्पृष्टभाग वाढतो झाणून पाणी लौकर तापते.

चिमणीकडूनही मदत मिळते कीं, ती धूमनलिकां-तील धूर वाहेर घालवून हवेस दहनाच्या कामीं लावते. दुसरी मदत ही कीं, तींत एक जे तारांचे जाळे वसवितात त्यांत भट्टीतून येणारे निखारे अडकून कोळपतात आणि त्यांची राख होऊन ती जाळ्याच्या छिद्रांतून वाहेर पडते.

१. तस्पृष्टभाग द्याणजे जो सर्व भाग विस्तवाकडे असतो तो.

**प्र० ६५—भट्टीतील विस्तव कसा पेटवितात ?**

—**उ०—भट्टीतील विस्तव वाफेच्याच साद्याने पेटवितात; जेव्हां वाफ तुब्यांतून श्वासमार्गाने चिमणी-बाटे हवेत जाते त्या वेळेस ती भट्टीतील विस्तव धूम-नलिकांतून आपणाकडे ओढते ( पंचविसाब्या आरुतींत हा श्वासमार्ग e e द्या अकरानीं दाखविला आहे ) द्या श्वासमार्गांचा रस्ता चिमणींतूनच असतो यामुळे तेथैन वाफ जाऊ लागली इणजे तिच्या मागच्या प्रदेश निर्वात होतो तेणेकरून भट्टीतील विस्तवांत मोठा भडका उठतो.**

**प्र० ६६—पाणी आणि सर्पण ह्यांचा सांगा आगगाडीवरोवर कसा राखितात ?**

उ०—इंग्रजी यू चे आकाराचें एकटाके तयार करून त्यास एका निराळ्याच गाढीवर वसवून ती गाढी यंत्राच्या मार्गे अखंड जोडून ठेवितात. द्या टांक्याच्या मध्यभागी सर्पण साठिवितात. द्या टांक्यांतून तापकांत एक दोन यंत्रांच्या साद्याने पाणी चढवितात. २६ व्या आरुतींत यंत्र पाणी घेतांना दाखविलें आहे. २७ व्या आरुतींत टांक्याची गाढी दाखविली आहे.

## भाग ५.

तापक.

The Locomotive Boiler.

प्र० ६७—आगगाडीचा तापक आणि दुसऱ्या वाफयंत्राचा तापक द्यांची बाप्पोत्तीची तुलना कशी केली आहे ?

उ०—इतर यंत्रांचा तापकांपेदां आगगाडीच्या तापकानें दिलेल्या वेळांत पुष्कळ वाफ उत्पन्न केली पाहिजे.

प्र० ६८—ही बाप्पोत्तीची शक्ति विशेषेकरून आगगाडींतच कशी वाढविली आहे ?

उ०—ही शक्ति वाढविण्याकारितां भट्टीतोल विस्तवावर मोठ्या जोराचा फुंकर मारितात. तेणकरून विस्तव चांगला भडकतो इतकेच नाहीं तर तेथून धूर आणि तप हवा हीं धूमनलिकांत जातात. त्या नव्यासमेवतीं पाणी भरलेले असते त्यामुळे नव्यांतून धूर आणि तप हवा जाऊ लागतात त्या वेळेस त्यांचे नव्यांच्या संख्येप्रमाणे अनेक ओघ होऊन नव्या आणि त्यांजवरील पाणी हीं तापतात झाणून इतर तापकांपेदां आगगाडीचा तापक पुष्कळ वाफ उत्पन्न करितो.

प्र० ६९—किती पाण्याचे बाप्पीभिवन झाले द्याणजे साधारण वेग राहतो ?

उ०—हे नक्की सांगण्याकारितां एक आगगाडी घेतो. द्या यंत्राचे वजन ६०,००० पौंड असते. त्याच्या तुंब्याचा व्यास १६ इंचांचा आणि दट्ठाचा दणका २४

इंचांचा असतो. आगगाडी धांवत असतां न्यांत ६००० पासून १२००० हजार पर्यंत पौँड वजनाच्या पाण्याची वाफ दर अवरास होते.

प्र० ७०—व्यवहारात एक पौँड वजनाच्या कोळशानें किती पाण्याची वाफ तयार होते ?

उ०—द्याजबदलचा कांहीं नियम सांगतां येत नाहीं. तो कोळशाच्या व तापकाच्या स्थितीवर अवलंबून असतो. तरी एक पौँड कोळसा ६ पासून ८ पौँड पाण्याची वाफ तयार करतो असा अंदाज काढला आहे. द्यासाठी ५०० शे पासून २००० पौँड ( दर अवरास ) कोळसा जाल्यास साधारण वेगापुरती वाफ तयार होते.

प्र० ७१—इतका कोळसा जाळण्यास गनाची जाळी किती योटी असावी ?

उ०—दर अवरास एक चौरस फुटावर १२५ पौँड वजनाचा कोळसा जळतो असें प्रमाण वसविले आहे, तेव्हां २००० पौँड वजनाचा कोळसा जाळण्यास पंचवीस चौरस फुटी जाळी असावी.

प्र० ७२—कोणत्याही सांगितलेल्या जाळीस किती नमांग असावें ?

उ०—दर एक चौरस फुटास ५० चौरस फुटीचे तस अंग असावें.

प्र० ७३—आगगाडीची भट्टी कशी केली आहे ?

उ०—हें समजून घेण्याकारेता ( आकृति २५ आणि २८ पाहा. ) व्यांत ५ ही तीन फुटी संदीची चौकोनी भट्टी आहे, परंतु ही रुंदी रस्त्याच्या सांचाप्रमाणे कमी

अगर जास्त असते. वर सांगितलेली भट्टीची संदी चार कुटी साडेआठ इंच संदीच्या रस्त्यावर चालणाऱ्या आग-गाढीची आहे. हिची आंतील बाजूची लांबी साडेपांच कुटी आहे. ही भट्टी धातूच्या (झणजे लोखडी, पोलदी अथवा तांबगाच्या पञ्चांनी) घटित आहे. द्या पञ्चाची जाडी  $\frac{5}{16}$  पासून  $\frac{3}{8}$  इंच पर्यंत असते. हे द्या भट्टींतील आंतील अंग झालें. बाहेरील अंग (आळति २९ पाहा )हींत A B C D E F द्या अक्षरांनी दाखविले आहे. हे B पासून C D आणि E पर्यंत कमानदारकेले आहे. द्या दोन अंगांच्या दरम्यान २ $\frac{1}{2}$ पासून ४ $\frac{1}{2}$  इंचांची पोकळ जागा टेविलेली असते तींत पाणी रहावेत. आंतील कंवचीच्या वरील बाजूस ( १ । द्या अक्षरांनी दाखविलेल्या पञ्चास क्रॉसनप्लेट असे झणतात. ही क्राऊनप्लेट सपाठ असल्याकाणाने या दोन पञ्चांच्या दरम्यान वरीच मोठी पोकळी रहावेत. आंतील व बाहेरील कंवच्या खिळवाच्या साद्याने खिळवून टाकल्या आहेत. द्या पोकळींतील पाणी तापकाच्या दुसऱ्या (झणजे न-गान्यातील ) पाण्याशी मिळून असते. क्राऊनप्लेटीवर आणि बाहेरील कंवचीवर वाफेचा दाब फार पडतो. कधीं कधीं हे पत्रे वाफेच्या दाबाने फुटतात. द्या दोन्ही पञ्चांस थोड्योड्या (झणजे ३ $\frac{1}{2}$  पासून ४ $\frac{1}{2}$  इंचांच्या) अंतरावर खिळे मारून मजबुती आणली आहे. द्या खिळव्यांस बंद असे झणतात. हे बंद ८८ व्या आळतींत n n, n, द्या अक्षरांनी दाखविले आहेत. द्यांचा व्यास हे पासून एक इंचापर्यंत असतो. तापकाच्या आकुंचनाने किंवा प्रसरणाने एकादे वेळी हे बंद तुटतात. उष्ण-

तेच्या कमजास्त मानानें तापक आकुंचित अथवा प्रसरित होतो. हे बंद आंतल्या आंत तुटून राहिल्यास ते सम-जुर्तींत येत नाहींत, छणून त्यांस फुकणीप्रमाणे आरपार भोक टेवितात. असे केल्यानें जेव्हां त्यांस अपाय होतो त्या वेळेपासून त्या मुदाम पाढलेल्या भोकांतून पाणी उतरूळ लागते. तें भट्टींतल्या आंतल्या अंगास नजरेस येते. तापकाच्या दर चौरस इंचावर १०० पौंडांचा वा-फेचा दाब असल्यास द्या दरएक बंदावर १६०० पौं-डांचा दाब पडतो, द्यासाठीं हे बंद घट्टींव लोखंडाचे किंवा पितळेचे अथवा दुसऱ्या एकाद्या टिकाऊ धातूचे असावे

**प्र०७४—आगगाडीच्या तापकांत पाणी किती ठेवितात ?**

उ०—ज्या भागांवर खिस्तव अगर ज्वाळा लागते त्या सर्वांवर पाणी सतत राखले पाहिजे. हे भाग उघडे पडल्यास त्यापासून मोठा अनर्थ होतो, छणजे पत्रे फुटतात. चार पासून C इंच पर्यंत क्राऊनप्लेटीवर पाणी असलेच पाहिजे.

**प्र०७५—पाण्याच्या पृष्ठभागावर वाफेकरितां किती पोकळी ठेवावी ?**

उ०—द्याजबद्दलचा कोही नियम नाही, परंतु जित-की जास्त असेल तितकी चांगली. D पासून C पर्यंत क्राऊनप्लेटीवर जो घुमट अोहे तोही पोकळच आहे.

**प्र०७६—वाफेचे घुमट ल्यणजे काय आणि ते कशासाठीं केले आहेत ?**

उ०—३० व्या आकुंतींत हे घुमट X द्या अक्षराने

दाखविले आहे. द्या चा उद्देश असा आहे कीं, वाकेस पोकळ जागा रहावी झणजे वाफ कोरडी रहाते.

वाफ भिजूं नये झणून एका ग्राहक नळीचे तोंड पाण्याच्या पृष्ठभागावर वर सांगितलेल्या घुमटांत वऱ्याच्य उंचीवर वांकवून उंच केले आहे. ओल्या वाकेपेक्षां शुष्क वाफ अधिक हितावह आहे झणून द्या घुमटाची आवश्यकता असते. वाकेवरोवर पाणी तुंब्यांत गेल्यास त्या पासून तुंब्याचीं तोंडे फुटतात अथवा दटचा फुटतो. कारण कीं श्वासमार्गीनून पाणी वाहेर पडण्यास दटचा-चा दणका पुरा होईपर्यंत वेळ नसतो.

ग्र० ७७—हे घुमट कोठे बसवितात ?

उ०—अमेरिकेत ते वहुतकरून भट्टीवरच बसवितात. आणि युरोपांत ते तापकाच्या मध्यावर किंवा चिमणीजवळ बसवितात.

ग्र० ७८—द्या घुमटांनून तुंब्यांत वाफ नेतात ती कशी ?

उ०—आकृति ३० पाहा. द्या आकृतींत  $m m$ , ही नळी घुमटाच्या शिखरापासून धूमनलिकांच्या पुढल्या भागापर्यंत जाऊन पोंहोचते. द्या नळीस शुष्कनळी असें झणतात. द्या नळीच्या पुढल्या शेवटाकडे दुसऱ्या दोन नव्या फुटतात त्या वाण्याशयापर्यंत पोंहोचतात. त्यांस बाण्यनलिका असें झणतात. घुमटांतील शुष्कनळीच्या उभ्या भागात कधीं कधीं कठनळ असें झणातत.

## भाग ६.

### तापकाची जुळणी.

The Boiler Attachment.

प्र० ७९.—तापकाच्या पाण्याची वाफ होडन  
मेल्यानंतर त्या ठिकाणी दुसऱ्या पाण्याचा पुरवठा  
कसा करितात?

उ०—हा पुरवठा वहुत कल्न वाफेच्या साद्यानेंच  
जारेनळ नांवाच्या यंत्राकडून करितात. आलीकडे दुसरं  
एक इंजेक्टर लाणून पिचकारीसारखे यंत्र बनाविलं  
आहे त्याचा उपयोग करितात.

प्र० ८०.—जोरनळाची रचना कशी आहे व  
तो चालविष्याचें मुख्य धोरण काय आहे?

उ०—(आकृति ३० पाहा.) द्या आकृतीत जोर-  
नळाची रचना दाखविली आहे. तोंत A A हा एक  
विढाचा नळ आहे, त्यांत B B दट्या खेळतो. द्या  
दट्यास यंत्राच्या दट्याच्या दांड्याकडून सीधी गत  
मिळते. कधींकधीं एक लहानशी पाऊ मोठ्या पाऊ-  
च्या खुंटींत घालून तिजकडून हा दट्या चालवितात,  
आणि कधींकधीं कामकारी ओसास निराळे एक विषम-  
केंद्रिय चाक लावूनही हा दट्या खेळवितात.

वर सांगितलेल्या A A नळाचे एक तोड D द्या  
प्यासनळाच्या साद्यानें पाण्याच्या टांक्यास आणि E F  
द्या पोसनळीच्या साद्यानें, तापकास जोडलेले असते. D  
द्या प्यासनळावरती एक मुळ अक्षरानें दाखविलेला पडदा

असतो त्यास प्यासद्वार अशी संज्ञा देवात. हें द्वार पाण्यास वर जाऊ देण्याकरितां वाट देते; परंतु वरील पाणी खाली येऊ लागल्यास तें बंद पडते. पोसनळीच्या खाली दुसरा एक G अक्षराने दाखविलेला पडदा असतो त्यास दावद्वार असें झणतात. हीं द्वारे नव्हांत जलनिरोधक बसतात. जेव्हां दटचा A A ह्या नव्हांतुन बाहेर निघतो त्यावेळेस त्याचा मागचा प्रदेश निर्वात होतो, त्यावेळीं G द्वारावरील हवेच्या दाबाने तें बंद पडते. इतक्यांत टांकयांतल्या पाण्यावरील हवेच्या दाबाने तें पाणी प्यास-नव्हांतून वर येऊन पुढारउघडते आणि A A नव्ह भरतो. आतां हेच पाणी, जेव्हां दटचा जोराने मांग हटतो त्या सरसें पुढार बंद होत, आणि वरच्या वाजूचे G द्वार उघडते त्या वेळेत पोसनळीवाटे पाणी तापकांत शिरते. आतां तापकांत गेलेले पाणी परत न यावे झणून दुसरा एक H पडदा पोसनळी आणि तापक ह्यांच्या दरम्यान बसविलेला असतो त्यास चेकद्वार असें झणतात. त्याच प्रमाणे G ह्या दाब द्वाराच्यावरल्या वाजूस एक हवाद्वार असते हे J अक्षराने दाखविले आहे. ह्या द्वारांत D C ह्या शून्यांच्या ओळीच्या वर हवा रहाते व ती मुदु असल्याकारणाने पाण्याचा दाब तिजवर पडून ती फुगते, तेणेकरून तिजवर पाणी तक्याप्रमाणे टेंकून रहाते. पाणी अशा रीतीने हवेवर टेंकून राहिल्यास, दटचा खेळत असतां नव्हास हिसके वसत नाहीत.

प्र०८१—वर सांगतलेलीं जोरनव्हांतील द्वारे कशीं तपासतात?

ठ०—हीं द्वारे तपासणे झाल्यास e e हीं मळसूत्रे

काढावीं ह्यणजे वरचें हवाद्वार निराळे होते आणि F F ईं मळसूत्रे काढल्याने खालचें हवाद्वार मोकळे होते. असे झाले ह्यणजे K K हे पिंजरे आणि द्वारे मोकळीं होतात. J, J खिळे काढल्याने चेकदार निराळे होते.

**प्र० ८२—जोरनळ तापकांत पाणी चढवीत आहे किंवा नाहीं हें कशावरून समजावें?**

उ०—हें समजण्याकरितां एक द्वार आहे त्यास पेटकाक असे ह्यणतात. हा पेटकाक ३० व्या आठूर्तींत ३० द्या अक्षराने दाखविला आहे. जर नळ बरोबर काम देत असेल तर, दटचाच्या परत येण्याच्या संधींत हा पेटकाक उघडला तर पाणी मोठ्या सोसाठ्याने बाहेर पडते आणि नळ बरोबर चालत नसल्यास ते सोसाठ्याने बाहेर पडणार नाहीं.

**प्र० ८३—तापकांत पाण्याचा पुरवठा कसकसा करितात?**

उ०—जेव्हां आगगाडी फार काम करीत असते ह्यणजे, जेव्हां तीस चढणीवर पुष्कळ ढबे ओढून न्यावे लागतात, त्या वेळेस पुष्कळ वाफ आणि तेणे करून पुष्कळ पाणी खर्च होते. द्यासाठीं ज्या पाण्याची वाफ बनत असते त्या ठिकाणी एकसारखे पाणी पुरवावे लागते; असे जरी आहे तरी जो पाण्याची वाफ झाली नाहीं तोंच जास्त पाणी घातले तर ते वाफेची जागा व्यापून टाकील आणि त्यांतला भाग तुंबवांत जाऊन ते कुटील, आणि जर पाणी योडे सोडले तर त्यापासून

तप अंगे डुबडुबीत राहणार नाहीत. द्यासाठीं पाण्याचा पुरवठा नियमित रीतीने करावा लागतो.

**प्र० ८४-हा पुरवठा नियमित रीतीने कसा करितात ?**

**उ०-प्यासनकांत** एक कीडकाक असतो तो गाढी-वान चालवितो तेणे करून पाहिजे तिवके पाणी तापकांत सोडतां येते.

**प्र० ८५-इंजेक्टर क्षणजे काय ?**

**उ०-इंजेक्टर** क्षणून एक तापकांत पाणी चढवि. प्याचं यंत्र आहे. द्यांत तापकांतील वाफेचा लोट येऊन अडकतो आणि तोच आपल्या दावाने पाण्याचा लोट सतत तापकांत सोडतो.

**प्र० ८६-हे व्यापार कसे घडततात ?**

**उ०-द्या यंत्राचे मुख्य मुख्य भाग वाजूच्या देखाव्याने ३१ व्या आळतीत दाखविले आहेत. तापकांतून अनलींतन क नलींत वाफ येते, येथे आल्यावर ती बनलींतून येणाऱ्या पाण्यावरोबर मिळते आणि द्या पाण्यावरोबर ती ड द्या जोडनाळीमध्ये थंड होते आणि तेथें पाण्याचा लोट तयार होऊन तो फ फ मागिने नोट ह द्या डिलीवरी ट्यूबकडे जातो आणि तेथून थ या चेकदारावाटे तापकांत जातो. ड पासून ह पर्यंत पाणी जात असतां जर पाणी पुष्कळ घातले असेल तर तें फ फ द्या उसासांतून ग द्वारावाटे बाहेर रस्त्यांत पडेल आणि पाणी घातले नाही तर बाहेरची हवा ग द्वारा वाटे आंत शिरून पाण्याच्या लोटावरोबर तापकांत जाईल.**

दुसरी गोष्ट अशी आहे की, पाण्यापेक्षां वाफेस जोर अधिक असतो, हणजे काहीं दाढावर वाफ सुटली आणि तितक्याच दाढावर पाणी मुटले तर त्यांवर वारेचा जोर पाण्याच्या वेगापेक्षां जास्त असतो. आरुतीत क, नळीतून सुटलेली वाफ जोडनळीमध्ये पोसपाण्याशी (हणजे टाक्यांतून येणाऱ्या) मिळते आणि त्यास ती तेथे मोठा वेग देते. ही पाण्याची शक्ति त्याच्या वजनाने येते आणि ते वेगान होऊन तापकांत चढते. ह्या व्यापाराकडे सूक्ष्मरीतीने लक्ष दिले हणजे असें दिसून येईल की, वाफ ही तापकांतून निघतेवेळी वाफेच्या रूपाने निघते आणि पाण्याच्या रूपाने परत तापकांत जाते, ह्यामुळे तिच्यांतली सुमारे हजारपट शक्ति कमी होते.

प्र० ८७-पोसपाणी कढत असल्यास तें इंजेक्टर यंत्र तापकांत चढवू शकेल किंवा नाहीं ?

उ०-पोसपाणी कढत असल्यास इंजेक्टर यंत्र तें चढवू शकणार नाहीं; कारण की जितके पाणी कढत असेल तितकी वाफ कमी थंड होईल हणून त्यास वाफेच्याने लोटवणार नाहीं. सारांश की पुष्कळ वाफ थंड करण्यास पाणी पुष्कळ थंड असलेले पाहिजे, आणि थोडी वाफ थंड करण्यास पाणी कमी थंड असल्यास चालते.

प्र० ८८-तापकांतील पाण्याची उंची कशी समजते ?

उ०-तापकांतील पाण्याची उंची समजण्याकरितां गेजकाक आणि गेजग्लास अशीं दोन सावने केलीं आहेत.

प्र० ८९-गेजकाक हणजे काय ?

उ०—आलति ३२ पहा. द्या आकर्तीत s, s, s, s, हे चार गेजकाक आहेत. आणि ही आलति आगगाडी-चा मागचा भाग दाखविते. ३३ व्या आकर्तीत हे काक विशेष स्पष्ट करून दाखविले आहेत. द्यांचा संबंध तापकांतील पाण्याशीं असतो. आणि हे तीन अथवा चार इंचांच्या अंतरानें तापकास लावलेले असतात. द्यांपैकीं वरच्या दोन बाष्णाशयांस आणि खालच्या दोन जलाशयांस लागून असतात. हे काक उघडले आणि पाणी पाहिजे तितक्या उंचीचें तापकांत असलें तर वरच्या दोन काकांमधून वाफेचा सोसाठा बाहेर पडेल आणि खालच्या दोन काकांतून पाणी बाहेर निघेल. बाष्णाशयावरोवर संबंध राखून असणारा असा एक काक उघडला झणजे तो वहुधा थंड पाण्याने भरलेला असेल ( कारण वाफ द्या टिकाणी थंड होऊन राहते ) झणून हे पाणी काढून टाकण्याकरितां हे काक कांहीं बेळ उघडें टेवीवै. वरचे दोन काक उघडल्या वरोवर पाणी सुटलें तर तापकांत पुष्कळ पाणी आहे असें समसमजावे.

#### प्र० १०—गेजग्लास द्याणजे काय ?

उ०—३४ व्या आकर्तीत द्याचा देखावा दिला आहे, तीत A A हो कांचेची नझी होय. हिचा व्यास अर्ध किंवा पाऊण इंच असतो व लांबी १२ पासून १५ इंच पर्यंत असते. हिची जाडी  $\frac{1}{4}$  इंचाची असते.

---

१. येथे पाणी थंड सोगितलें, परंतु त्याचा इतकाच अर्ध आहे कों, वाफेवै पाणी झालें द्याणजे त्यास थंड द्याणावयाचें. त्यात हात बातल्यास भाजेल.

हिंचीं तोंडे तापकांतील जलाशयाशीं आणि वाष्पाशयाशीं मिळून असतात. द्या नव्यीच्या दोन तोंडांशीं दोन पडदे आहेत ते आकृतीत इं इं द्या अक्षरांनीं दाखविले आहेत, आणि प्रसंगवशत ही कांचेची नव्ही कुटली तर ते पडदे बंद करितात. द्या गेजग्लासाच्या खालच्या शेवटाकडे एक क तोटी लाविलेली आहे, तीस फ्लो ऑफ काक. असेही छाणतात. डे इं हीं द्वारे खुलीं केलीं छाणजे वरच्या द्वारावाटे वाफ आणि खालच्या द्वारावाटे पाणी हीं नव्हीं भरतात. पाणी हीं तापकांतील पाण्याच्या उंचीबरोबर द्या ग्लासांत चढून राहाते, तेणे करून तापकांतील पाण्याची उंची कळून येते; हा या ग्लासांपासून मोठा उपयोग आहे. तापकांतील पाण्यांत सवत फेरफार घडत असतात, द्या कारणास्तव गेजग्लासांतील पाणी स्तब्ध असत नाहीं, आणि जोंपर्यंत यंत्रकाम करीत असते तोंपर्यंत ते सतत वर खालीं होत असते.

प्र० ११—वाफेचा दाब फार होऊन तापकास इना होऊं नये ल्याणून काय तजवीज केली आहे?

उ०—वाफेचा दाब फार होऊं नये ल्याणून यंत्ररक्षक नांवाचा एक पडदा केलेला असतो, द्या पडद्यास गोल भोंके असतात. तीं ३५ व्या आकृतीत अं द्या अक्षरानें दाखविलीं आहेत. द्यांचा व्यास सुमारे ३ इंच असतो. हीं बहुत करून घुमटाच्या माथ्यावर बसवितात. द्यांतील एक भोंक V द्या अक्षराने २८ व्या आकृतीत दाखविले आहे. हीं भोंके दुसऱ्या एका वै पडद्यानें दडपलेलीं असतात. हा वै पडदा कै कै द्या तरफाने (डे कमा-

णीच्या साद्याने ) त्या पडद्यावर चेंपून वसतो. हे भाग ३५ व्या आळतींत दाखविले आहेत. अथवा ३६ व्या आळतींत दाखविल्या प्रमाणे नुस्त्या कमाणीच्या साद्याने हीं मोंके चेंपून ठेवतात. दर चौरस इचास १०० पाटून १३० पौऱांचा साधारणतः तापकाचा असतो.

प्र० ९२—ह्या रक्षकद्वाराच्या भोंकावर कीति दाव ठेवावा लागतो ?

उ०—हा दाव ठराविण्याकरतां मोंकाचे क्षेत्रफळ चौरस इचांत काढून त्यास वाफेच्या दर चौरस इचाच्या तापकाच्या शिक्कस्त दावाने गुणावे. उदाहरणार्थ—जर रक्षकद्वाराचे मोंक ३ इंच व्यासाचे असले तर, त्याचे क्षेत्रफळ ७ चौरस इचांचे होईल, आणि वाफेचा तापकांतीन दाव १०० पौऱांचा ( दर चौरस इचात ) असे ग्रहण केले तर, रक्षकद्वारावरील पडद्याने  $7 \times 100 = 700$  पौऱांच्या वजनाइतका दाव दिला पाहिजे. आतां हा दाव ३५ व्या आळतींत दाखविल्या प्रमाणे तरकाकडून उत्यन करणे असल्यास रक्षकद्वाराच्या एकंदर वजनास, तरकाच्या लहान भुजेस गणून त्यास ब ने ( लग्नजे तरकाच्या एकंदर लांबीने ) भागावे. ३५ व्या आळतींत तरकाची लहान भुज ३. $\frac{1}{2}$  इंच लांब आहे, आणि तरकाची लांबी ३५ इंच ओह लग्नन जर पडद्याने ७०० पौऱांच्या दावाने दावावे असें असेल तर तरकाच्या शेवटावर,

$$\frac{700 \times 3\frac{1}{2}}{35} = 70 \text{ पौऱांचा दाव पडेल.}$$

हल्णून ड कमाणीने ७० पौँडांच्या तणाव्याने तरफाचे शेवट खाली ओढून ठेवले पाहिजे. कमाणीचा दाब ३६ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे थेट रक्कद्वाराच्या तोंडावर देंगे असल्यास त्या कमाणीचा तणावा द्वारावरील दाखाइतका असला पाहिजे. हा तणावा वाढविणे झाल्यास कंक मळसूचे आवळावीं. कमाणीची एक साधी आकृति ३७ व्या आकृतीत दाखविली आहे.

प्र० ९३-तापकांतील वाफेचा दाब कसा समजतो ?

उ०-तापकांतील वाफेचा दाब बाष्पदर्शक यंत्रांकडून समजतो. हीं यंत्रे दोन प्रकारचीं आहेत. त्यांपैकीं पाहिल्या बाष्पदर्शक यंत्राचे वर्णन व क्रिया हीं सांगतो.

३८ व्या आकृतीत ह्या यंत्राचे बाजूचा देखावा दिला आहे. ह्या यंत्रांत वाफेचा दाब एका तबकडीवर पडतो. ३८ व्या आकृतीत ही तबकडी अंव अक्षरांनी दाखविली आहे. ही पातळ पञ्चाची असून लवचिक असते. ३९ व्या आकृतीत ह्या यंत्राचा पुढचा देखावा दाखविला आहे, त्यांत दर्शनी तबकडी (लणजे जिच्यावर अंश मांडलेले असतात ती) काढून टाकली आहे, आणि आंतील तबकडी काळ्या छायेने दाखविली आहे. आतां ३८ व्या आकृतीत प्रथमतः वाफ कंक नळीत भरत, तेथूने डं छिशावाटे लवचिक तबकडीच्या मागील पोकळीत भरते. येथे ही तबकडी लवचिक असल्या कारणांने वाफ तीस दाबते. ह्या तबकडीच्या मध्यस्थ्यानीं एक कांटा वसविलेला असतो. हा कांटा आकृतीत फं अक्षराने दाखविला आहे. हा कांटा गं हं के ह्या तर्फास जोडला आहे, त्या

तर्फाची अट हे ठिकाणी आहे. द्या तर्फाच्या के टोंकास ल द्या दांडयाचे एक टोंक जोडून दिले आहे. पुनः ल द्या दांडयाचे दुसरे टोंक मध्ये दांत्याच्या भुजेस जोडले आहे. ही भुज ३८ व्या आळतींत न अक्षराने दाखविली आहे. हिची अट ऊयाठिकाणी आहे. न दांत्याचे वर्तुळ दुसऱ्या एका पया दांत्याच्या वर्तुळास जोडले आहे. आणि पै वर्तुळ एका आंतावर फिरते राखले आहे. या आंसास एक दर्शनी कांटा ( घडयाळांत असतो त्या प्रमाणे ) बसविलेला असतो. हा दर्शनी कांटा ३९ व्या आळतींत दाखविला आहे.

वरील रचनेवरून उघड आहे की अंब व ही लवचिक तबकडी वाकेच्या दावानें फुगेल त्या वेळेस के हंगा हा वक तरक पुढे हटेल, आणि त्याची गति ल दांडयाकडून न दांडयाच्या वर्तुळास पोऱ्होचेल, तेंकरून पै वर्तुळ आपला आंस व दर्शनी कांटा द्यांस घेऊन मिरेल.

द्या यंत्रांत वारु सरळ दिशेने भरू नये, कारण तशाने तबकडीचे मृदुलत्व कमी होईल हणून तीस वक दिशेने नेतात.

६३ व्या आळतींत दुसऱ्या प्रकारचे बाष्पदर्शक यंत्र दाखविले आहे, त्याची दर्शनी तबकडी काढून टाकली आहे. a b c ही एक वाटोळी चपटी धातूची नळी आहे. द्या नळीच्या आंतल्या अंगाने वाकेचा दाव पडून तिचीं वांडे सरळ होऊं पाहतात. द्या नळीचे K टोंक एका d तरफास जोडले आहे आणि d तरफाच्या दुसऱ्या टोंकास दांत्याचेच चक्र जोडले

आहे. नळीचीं दोन टोंके फाकूं लागतात त्या वेळेस तर्फास आणि दात्याच्या चक्रास गति मिळते. द्या गती-पासून रे रे हा दर्शनी कांटा किरतो, तेणेकरून दर्शनी तबकडीवरील वाफेच्या दावाचे अंश कांटा दाखवितो. द्या दर्शकांत ग नळीवाढे वाफ जाऊन वक नव्ही फाकूं लागते.

**प्र० ९४ हीं वाष्पदर्शक यंत्रे कशीं तपासवात?**

उ०—जर दर्शक बरोबर असेल तर कांटा सावकाशयणे तापकांतील उष्णतेच्या प्रत्येक फेरकाराबरोबर किरतो, आणि त्यांत ती जाण्याची बंद केली तर तो एकदम दून्यांवृद्धवर येतो.

**प्र० ९५—वाफेची शिटी झाणने काय व ती कशासाठीं फुंकतात?**

उ०—(आठति ४० पाहा.) त्यांत ही शिटी वाजूच्या देखाव्याने दाखविली आहे. हींत अ हें एक घंटा. रुति पितळेचे पात्र उपडे वसविलेले आहे. द्या पात्राच्या कडा वाफ नियण्याच्या दरवाजासमोर अणून टेविलेल्या आहेत. तो दरवाजा अ अ द्या अक्षराने दाखविला आहे. द्यांतून सुटलेली वाफ मोठचा दावाची असल्या काऱणाने ती भांडचाच्या पोकळीत शिस्तन मोठा नाद उत्पन्न होतो. रस्त्यावर काम करण्याचा लोकांस रस्त्यावरून दूर होण्याकरितां ही शिटी फुंकतात.

**प्र० ९६—खाशिवाय तापकास दुसऱ्या कोणत्या कळी अहेत?**

उ०—याशिवाय एक विस्तवावर फुंकर मारण्याची कळ आहे. तिची मूठ ३४ व्या आठतींत ८ अक्षराने

दाखविळी आहे. ही कळ किरवेली लणजे तापकांतून मोठचा जोराचा वारुंचा ओघ निघून तो चिमणीवाटे वाहेर पडत असतां भट्टीतल्या विस्तवावर चांगला कुंकर वसतो. ह्या कळीस हिटर असेही लणतात. हिटर ह्या शब्दाचा अर्थ तापविणारा असा आहे.

पेटकाक उघडून जोरनव्याचे काम वरोवर आहे किंवा नाही हे पाइण्याकरितां e e ह्या दुसऱ्या दोन कळी आहेत.

### कंठद्वार.

Throttle Valve,

प्र० ९७—आगगाढी चालू करण्याकरितां नुं व्यांत वाफ कशी सोडतात ?

उ०—तुंव्यांत वाफ सोडण्याकरितां आणि वंद करण्याकरितां एक कळ केलेली आहे, तीस कंठद्वार असें लणतात. काऊन छेडीवरील पोकळीत शुष्कनवीच्या तोंडाजवळ हे वसविलेले आहे. ज्या वेळेस हे द्वार वंद भसते त्यावेळेस वाफेचा मोठा दाव त्यावर असतो, त्यामुळे हे उघडण्यास वराच जोर लागतो. यंत्र चालू करतांना हे दार एकदम खोलून दिलें तर मोठा अपघात होतो, आसाठीं गाढीवानाने तें एकदम खोलूं नये.

भालीकडे कंठद्वार दुसऱ्या एका तळेचे केले आहे ते ३० व्या आठतींत H ह्या अक्षराने दाखविले आहे- शुष्क नव्यांतून जाणाऱ्या वाफेचा ओघ बाणाने दाखविला आहे तो पहा.

**प्र०९८—हें दार कसें उघडतात ?**

उ०—त्यास एक दांडा लावून त्यास मूठ बसविली आहे, ती गाढीवान चालवितो, बा मुठीस रेयुलेटर असेही हणतात. रेयुलेटर ह्याचा अर्थ चालक हणजे चालविणारा असा आहे.

## भाग ७ वा.

उघडीची कळाशी.

The Valve-Gear.

**प्र०९९—आगगाढीच्या उघडीची कळाशी क्या-  
णने काय ?**

उ०—उघडीची कळाशी हणजे विषमकेंद्रिय चक्र दाढे, कडया, डोल्या इत्यादिकांची जुळणी, ज्यांत सांगीतली अहे तीस उघडीची कळाशी असे हणतात.

**प्र० १००—ह्या कळाशीचा काय उपयोग आहे ?**

उ०—ह्या कळाशीपासून उघडीची चाल बरोबर रहाते आणि ही कळाशी अशा रीतीने जोडावी लागते की, तिजपासून आगगाढी मार्गे अथवा पुढे चालून शकेल, आणि चाकाच्या गतींत पाहिजे तेब्हां व पाहिजे त्या दिशेस इच्छेनुसूप्त वरित फेरफार करितां येईल.

**प्र० १०१—उघडीची कळाशी कशी जोडली आहे की? त्यापासून यंत्र मार्गे अथवा पुढे चालते?**

उ०—ह्याजबदल मार्गे सांगतलेंच आहे की, प्रयेक तुब्यास दोनदोन विषम केंद्रिय चाके लावतात. हीं चाके

अशा तन्हेने बसविलीं आहेत की, त्यांनुन एक एक विषमकोंद्रिय चाक यंत्रास पुढे नेंते आणि दुसरे एक एक त्यास मार्ग नेंते.

प्र० १०३—प्रत्येक तुळ्यास हीं विषम चाके कर्शीं बसविलीं आहेत की, जेणेकरून एक जोडी यंत्रास पुढे चालविते आणि दुसरी मार्गे चालविते?

उ०—द्याजबदलच्या स्पष्टीकरणार्थ ४२ वी आळति पहा. द्या आळतीत प दटचा मागील दटचाच्या आरंभीं उभा आहे आणि व उघडी पुढला बाष्पमार्ग उघडण्याच्या बेतांत अोह. आतां दटचाचा मागील दणका पुरा करण्यास्तव तुळ्याच्या पुढल्या वॉडांत वाफ सोडण्याकरितां पुढला बाष्पमार्ग उघडला पाहिजे ह्याणुन उघडीनें अं बाणाच्या दिशेस सरकले पाहिजे. आतां हा प्रकार चालत असतां डोल्याची वरील भुज ही ( जी र अक्षरानें आळतींत दाखविली अोह ) त्याच दिशेस वळली पाहिजे, आणि त्याची खालची भुज तद्विरुद्ध ह्याणजे इ बाणाच्या दिशेस फिरली पाहिजे. आतां, पाऊ न बाणाच्या दिशेत फिरविण्याची असल्यास विषमकोंद्रिय चाकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या वर आला पाहिजे ह्याणजे दोन्हा इ बाणाच्या दिशेत वळेल. आतां अशी कल्यना करूं की ४३ व्या आळतीत दाखविल्याप्रमाणे न बाणाच्या दिशेत पाऊ फिरली असती तरी त्या प्रयोगांत देखील उघडी पूर्वी प्रमाणेच फिरली असती, ह्याणजे पुढला बाष्पमार्ग उघडून वाफ आंत भरल्यानें दटचा मार्गे गेला असता. परंतु जर पाऊ द्याप्रमाणे

( लग्जे ४३ व्या आरुतींत दाखविल्याप्रमाणे ) फिरली असती तर विषमचाकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या खालीं आला असता, व डोल्याची खालची मुज के बाणाच्या दिशेत आणि उघडी अ बाणाच्या दिशेत फिरती. द्वासाठीं दटचाच्या दणक्याच्या भारंभों ( ४३ व्या आरुतींत दाखविल्याप्रमाणे ) विषमकेंद्रिय चाकाचे मध्य अशा रीतीने बसविले पाहिजेत की, एकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या वर आणि दुसऱ्याचा आंसाच्या मध्याच्या खालीं असे येतील.

प्र० १०३—विषमकेंद्रिय चाकाची गति उघडीस कशा तऱ्हेने पोहोचविली आहे ?

उ०—विषम चाकांच्या मुजांचीं टोंके एका A द्या कडीस जोडलीं आहेत. ( आकृति ४४ पाहा ) ही कडी किंचित कमानदार असून तीस एक कोर पाढलेली आहे. तिच्या एका शेवटापासून दुसऱ्या शेवटापर्यंत मोकळेपणीं फिरे अशी कप्पी बसविली आहे. ही कप्पी आरुतींत B अक्षराने दाखविली आहे. डोल्याची खाललची मुज व कप्पीस खिळविली आहे. हा साधा बोटाच्या पेराप्रमाणे केला आहे. विषम चाकांच्या k आणि t मुजा कडीच्या दोन शेवटांस e आणि f द्या ठिकाणीं जोडल्या आहेत. जर कडी ( ४४ व्या आरुतींत दाखविल्या प्रमाणे ) खालीं सोडली असली तर वरील विषमकेंद्रिय चक्राच्या मुजेची गति ( जे चाकयंत्रास पुढे चालविते त्याची ) डोल्यास मिळेल आणि जेव्हां कडीं ( ४५ व्या आरुतींत दाखविल्याप्रमाणे ) वर ओढली असेल त्या वेळेस उघडी खालच्या विषम चा-

काच्या (जे यंत्रास मार्गे नेते त्याच्या) ० भुजेने चालेल.

आतां गाडी मार्गे अथवा पुढे चालविणे असेल त्या वेळेस कडी वर अथवा खालीं वारंवार करावी लागेत. राहाटचा झणून मार्गे एक यंत्र सांगितले आहे, द्यापासून कडी वर खालीं कारेतात. गाडीवानाने राहाटचाचा दांडा पुढे लोटून ठेविला झणजे कडी खालीं पडते आणि त्यामुळे डोल्या आणि उघडी हीं पुढे चालणाऱ्या विषमचकाच्या भुजेने चालूं लागतात, झणजे गाडी पुढे चालते आणि राहाटचास मार्गे ओढून ठेविला तर कडी वर उचलते, झणजे मार्गे नेणाऱ्या विषम चकाच्या भुजेकडून उघडी चालते, झणजे गाडी मार्गे चालते.

प्र० १०४—ह्या कडीच्या गतीपासून उघडीच्या खालींत कसा फेरफार होतो ?

उ०—कडी वर अथवा खालीं केल्याने तदनुसार उघडीची चाल बदलते, त्या वेळेस कडीतील कप्पी आणि डोल्याची स्थीळ हीं कांहीं अंतराने विषम चकाच्या भुजेच्या वर किंवा खालीं असतात. जसे ४६ व्या आरुतींत वरील विषम चकाच्या भुजेची गति आणि ४७ व्या आरुतींत खालच्या विषम चकाच्या भुजेची गति डोल्याच्या खिळास आणि तेथून उघडीस पोहोचून दिल्या आहेत.

प्र० १०५—नुंद्यांत वाफ जाने त्या वेळेस निचां दाब किती असावा ?

उ०—तो तापकाच्या दावाइतका असावा. जर कंठद्वार अथवा बाष्पमार्ग हें पूर्णपणे न उघडले तर वाफ

फुकट जाते. अशावेळीं जी वाफ अरुंद रस्त्याने तुळपांत भरते त्यांनेस तिची तार निघते असे ह्याणतात.

**प्र० १०६—रहाटचास गाडीच्या कोणत्या ठिकाणी वसावेतात?**

उ०—त्यास ( ब आरुंतींत दाखविल्याप्रमाणे ) के के फूट बोर्डीवर उजव्या वाजूस वसवितात. आरुंतींत ऊँ ऊँ फूट बोर्डीवर उजव्या वाजूस वसवितात. आरुंतींत ऊँ ऊँ हा तरफ आहे त्याची अट तरकाच्या खालच्या टोंकाजवळ असते. राहाटचाचा वाजूचा देखावा ४७ व्या आरुंतींत आणि पुढचा ४८ व्या आरुंतींत दाखविला आहे. ४७ व्या आरुंतींत के क हे दोन अर्धचंद्राकृति तरफ राहाटचाच्या दोन वाजूस वसविले आहेत, त्यांस दांते पाढलेले असतात. हे दांते न न न न न न न न न न न न द्या अक्षरांनींदाखविले आहेत, त्यांत ल अक्षराने दाखविलेली खीळ अडकून राहाते. ही खीळ ह द्या जोरपट्टीत मोकळेपणी फिरते. राहाटचास उभा केला ह्याणजे दांत्यांत ती आडकन वसते. ही ल खीळ द घोड्यावरून चालवितात. जेव्हां राहाटचाची मूठ ( अ अक्षराने दाखविलेली आहे ) गाडीवान धरतो, त्यांनेस घोडाही पकडला जातो. इ द्या अटीसारख्या खिळीवर तो चालतो. र र द्या दांडचाने घाडा खिळीस जोडला आहे. मूठ दावली ह्याणजे द्या दांडचाकडून खीळ दांत्यांतून वर उचलते.

**प्र० १०७—वर सांगितलेल्या अर्धचंद्राकृति तक्कीस किनी दांते असावे?**

उ०—ते इतके असावे कों, जेव्हां राहाटचा कोण-